



0400

#2

C. Bruce Hamburg  
Frank J. Jordan

Herbert F. Ruschmann  
Jacqueline M. Steady<sup>1</sup>  
Derek S. Jessen  
Marvin Turken, P.C.  
Alfred D'Andrea, P.C.<sup>2</sup>

Of Counsel

Thomas M. Furth  
Lawrence I. Wechsler

Paralegal

Michelle C. Ramos

<sup>1</sup>Pa. Bar only

<sup>2</sup>Va. and D.C. Bars only

Law Offices  
**Jordan and Hamburg LLP**  
Chanin Building  
122 East 42nd Street  
New York, N. Y. 10168

Telephone (212) 986-2340  
Facsimile (212) 953-7733

May 25, 2001

Patents, Trademarks  
and Copyrights

email: jandh@lpattorneys.com  
jandh@iplaw-worldwide.com

www.iplaw-worldwide.com

Telex 237057 JAH UR

Cable Address: PATENTMARK

Washington Office  
Suite 520

2361 Jefferson Davis Highway  
Arlington, Virginia 22202

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Re: Application of : Gerald HÖFER  
Serial No. : 09/837,985  
Filed : April 19, 2001  
For : METHOD AND APPARATUS FOR  
TRANSFORMING A SIGNAL  
Our Ref. : F-6955

Sir:


A right of priority under 35 U.S.C §119 is hereby claimed based on applicant's following corresponding foreign application:

<u>Country</u>	<u>No.</u>	<u>Filing Date</u>
Germany	100 19 602.0	April 20, 2000

A certified copy of said foreign application is annexed hereto.

Respectfully submitted,

JORDAN AND HAMBURG LLP


By   
C. Bruce Hamburg  
Reg. No. 22,389  
Attorney for Applicants

CBH/mk  
Enc.

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS, WASHINGTON, DC 20231 on May 25, 2001

C. Bruce Hamburg  
(Name)

  
(Signature)



Jordan and Han  
LLP  
Serial No. 09/837.6  
Gerald Höfer

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 19 602.0  
**Anmeldetag:** 20. April 2000  
**Anmelder/Inhaber:** SOLTEL GmbH, München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Trans-  
formieren eines Signals  
**IPC:** H 04 M, H 03 M

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. Mai 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**20. April 2000  
H32138 Sn5 Verfahren und Vorrichtung zum Transformieren eines Signals

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Transformieren eines Signals sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Er-  
10 kennen einer Modemverbindung. Die Verfahren und die Vorrichtungen finden Anwendung bei der Datenkommunikation, insbesondere zwischen Modems über ein Telekommunikationsnetz.

Wenngleich moderne öffentliche Telefonnetze bereits weitgehend in Digitaltech-  
15 nik realisiert sind, handelt es sich bei den meisten Teilnehmerendanschlüssen noch um analoge Anschlüsse, die primär für die Übertragung von Sprache durch Telefonendgeräte (durch Akustikkopplung) ausgelegt sind. Daher wird das über den digitalen Teil des Telefonnetzes auf einer Vierdrahtstrecke übertragene (pulsmodulierte) Digitalsignal in einer Teilnehmeranschlusseinheit (auch „Li-  
20 necard“ genannt) in ein hierzu korrespondierendes Analogsignal für eine Zweidrahtstrecke umgewandelt, also in ein Signal, in welchem die Information in der Amplitudenhöhe steckt, ehe es an den analogen Endanschluß des Teilnehmers weitergeleitet wird.

25 Gemäß der ITU-Empfehlung G.711 ist das im digitalen Teil des Telefonnetzes übertragene Digitalsignal in logarithmisch ansteigend beabstandeten Quantisierungsstufen codiert. Die Quantisierungsstufen werden im folgenden PCM-Werte bzw. Amplitudenhöhenwerte genannt; diese können positiv oder negativ sein). Die Umsetzung in das Analogsignal in der Teilnehmeranschlusseinheit für den  
30 analogen Teilnehmerendanschluß geschieht zunächst durch Expandierung des in logarithmisch beabstandeten Quantisierungsstufen codierten Digitalsignals in ein in linearen Quantisierungsstufen codiertes Digitalsignal (G.711/linear-

Umsetzung) und nachfolgende D/A-Wandlung. Anschließend wird das Analogsignal für die Zweidrahtstrecke konvertiert.

In einem derart ausgelegten Telefonnetz ist für die Kommunikation zwischen einem digitalen Modem auf der einen Seite (Anbieterseite, z.B. Internet-Provider) und einem analogen PCM-Modem auf der analogen anderen Seite (Teilnehmerseite) die ITU-Empfehlung V.90 bekannt und üblich. V.90 spezifiziert pulscodemodulierte Signalübertragung von der Anbieter- zu der Teilnehmerseite. Das digitale Modem liefert ein gemäß G.711 pulscodemoduliertes Signal in das digitale Telefonnetz (z.B. per ISDN-4-Drahtleitung). Das pulscodemodulierte Signal enthält PCM-Werte, die Amplitudenhöhenwerte in einem analogen Signal repräsentieren. Das PCM-Modem auf der analogen Teilnehmerseite (an einer Zweidrahtleitung) empfängt das hierzu korrespondierende Analogsignal, welches durch die D/A-Wandlung in der Teilnehmeranschlußeinheit gebildet wurde. Im PCM-Modem müssen also die ursprünglich gesendeten Amplitudenhöhenwerte (gemäß G.711) aus dem Analogsignal wiedergewonnen werden.

Im günstigsten Fall läßt sich bei der Datenübertragung vom digitalen Modem zum analogen Modem mit V.90 eine Nettoübertragungsrate von 56000 Bit/s erzielen. Die tatsächlich erreichte Übertragungsrate liegt jedoch zumeist darunter. Ein Grund hierfür liegt in der bereits erwähnten Auslegung des Telefonnetzes für die Sprachtelefonie. Das Telefonnetz realisiert nämlich eine vorgegebene Dämpfung, die dafür sorgt, daß Echobildung bei der Sprachtelefonie verhindert wird. Hierbei wird das Signal auf der Empfängerseite innerhalb der Teilnehmeranschlußeinheit gedämpft, d.h. mittels eines Verstärkers mit entsprechend kleinem Verstärkungsfaktor verstärkt. Der Verstärker kann z.B. als digitaler Multiplizierer ausgebildet sein, der jeden PCM-Wert des linear codierten Digitalsignals – also nach der Expandierung – mit einem Faktor kleiner eins multipliziert, oder in Analogtechnik, wenn er auf der analogen Strecke angeordnet ist, also hinter dem D/A-Wandler. Die vorgegebene Dämpfung des Empfangssignals hat zur Folge, daß das Analogsignal am Ausgang der Teilnehmeranschlußeinheit in amplitudenmäßig ge-

schwächer Form vorliegt, beispielsweise um -7dB. Die Amplitudenhöhenwerte gemäß dem Digitalsignal werden also auf ein Analogsignal mit verhältnismäßig kleinen Amplitudenhöhen abgebildet. Somit wird jedoch der mögliche Aussteuerungsbereich des Analogsignals auf der analogen Strecke zum PCM-Modem auf der Teilnehmerseite nicht voll ausgeschöpft. Im so gedämpften Analogsignal fallen auch Störungen, verursacht durch die D/A-Wandlung in der Teilnehmeranschlußeinheit (z.B. Quantisierungsfehler, Nichtlinearitäten, Eigenrauschen) oder durch Rauscheinkopplung auf der analogen Telefonleitung, stärker ins Gewicht.

Da jedes Modem jedoch eine technische untere Grenze für die Unterscheidbarkeit zweier verschiedener Amplitudenhöhen im Analogsignal hat, läßt sich die Auflösung des Modems nicht beliebig verfeinern. Daher läßt sich das derart gedämpfte Signal beim PCM-Modem auf der Teilnehmerseite nicht mehr mit derselben Amplitudenstufenzahl auflösen wie das ungedämpfte. Als Abhilfe müßte das Sender-Modem ein Digitalsignal mit Amplitudenhöhenwerten aus einem entsprechend größeren Wertebereich liefern, damit das Empfangssignal nach der Dämpfung noch über den ganzen Amplituden-Aussteuerungsbereich variiert. Dies ist in der Praxis jedoch nur beschränkt möglich, da zu große Amplitudenhöhenwerte den D/A-Wandler in der Teilnehmeranschlußeinheit übersteuern würden und somit nichtlineare Fehler erzeugen würden. Die tatsächlich erzielbare Datenübertragungsrate ergibt sich also aus dem minimal auflösbaren Amplitudenhöhenunterschied beim PCM-Modem, den (gemäß G.711) erlaubten Amplitudenhöhenwerten sowie der maximal erlaubten Sendeleistung.

Gemäß V.90 gibt das PCM-Modem auf der Teilnehmerseite dem digitalen Modem auf der Sendeseite die für die jeweilige Kommunikation erlaubten Amplitudenhöhenwerte vor (Konstellation). Zur Festlegung der Konstellation werden vom PCM-Modem auf der Teilnehmerseite Testsignale des digitalen Sendermodems ausgewertet, mit denen zunächst derjenige PCM-Wert bestimmt wird, welcher der kleinsten auflösbaren Amplitudenhöhe des Modems entspricht. Die übrigen Amplitudenhöhenwerte werden unter Berücksichtigung der logarithmischen Abstufung

fung gemäß G.711 und dem Aussteuerungsbereich des Modems sowie der Leistungsbegrenzung für das Digitalsignal gemäß V.90 ermittelt. Im Stand der Technik wird also die Konstellation den physikalischen Gegebenheiten des analogen Übertragungsweges angepaßt. Die sich hierbei einstellende Datenübertragungsrate  
5 ist nicht von außerhalb des Modems individuell einstellbar.

Es sind zwar bereits Teilnehmeranschlußeinheiten bekannt, die eine Modemverbindung von einer Sprachverbindung unterscheiden können und, sobald eine Modemverbindung erkannt wurde, eine höhere Durchlaß-Bandbreite eines Filters in  
10 der Teilnehmeranschlußeinheit einstellen als bei einer Sprachverbindung. Allerdings bezieht sich diese Maßnahme auf das Einschwingverhalten des Filters; die Übertragungsrate wird nur unwesentlich beeinflusst. Zudem handelt es sich bei den Filtereinstellungen um zwei fest vorgegebene Einstellungen – eine für Modem, eine für Sprache –, die jeweils zu Beginn der Kommunikationsverbindung  
15 und unabhängig von den physikalischen Verhältnissen im Telefonnetz ausgewählt werden.

Sinngemäß die gleichen Probleme treten auch bei der Kommunikation zwischen anderen Geräten über das Telefonnetz auf, etwa bei Telefaxgeräten.

20 Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, Verfahren sowie Vorrichtungen bereitzustellen, die eine maximale bzw. vorgegebene Datenübertragungsrate bei Kommunikationsverbindungen über das Telefonnetz ermöglichen.

25 Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch Verfahren bzw. Vorrichtungen mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Ansprüchen beschrieben. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

30 Erfindungsgemäß vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Transformieren eines Signals einer Vierdrahtstrecke, welches diskrete Amplitudenhöhenwerte zur Umwandlung in ein dazu korrespondierendes Analogsignal mit den Amplitudenhö-

henwerten einer Zweidrahtstrecke aufweist, wobei das Analogsignal bestimmt ist für eine im Bereich der Zweidrahtstrecke anschließbare Datenkommunikations-einrichtung mit vorbestimmtem amplitudenmäßigen Auflösungsvermögen für das Analogsignal, wobei die Amplitudenhöhenwerte des Signals im Bereich der Vier-  
5 drahtstrecke jeweils durch Anwenden einer Transformation umgeformt werden, die so bestimmt wird, daß die Anzahl der verschiedenen durch die Kommunikati-onseinrichtung amplitudenmäßig auflösbaren Amplitudenhöhenwerte im Ana-logsignal ein vorgebbares Kriterium erfüllt.

10 Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, daß durch Transformieren der Amplitudenhö-henwerte des Signals im Bereich der Vierdrahtstrecke die Anzahl der auflösbaren, also nutzbaren Amplitudenhöhenwerte im Signal beeinflußbar ist, und zwar der-art, daß eine maximale bzw. vorgegebene Datenübertragungsrate bei der Kommu-nikation erzielt wird.

15 Dies führt zu einer veränderlichen Transformation der Amplitudenhöhenwerte, im Gegensatz zu der im Stand der Technik üblichen konstanten Verstärkung (bzw. Dämpfung) des Signals über die gesamte Dauer und unabhängig von den Übertra-gungsverhältnissen der (analogen) Zweidrahtstrecke.

20 Das Kriterium kann eine maximale Anzahl verschiedener Amplitudenhöhenwerte sein. Dann wird die Datenübertragungsrate maximiert.

Wenn als Kriterium ein vorbestimmter Größenbereich der Anzahl gewählt ist,  
25 lassen sich Datenübertragungsraten erzielen, die einem vorbestimmten Bereich entsprechen. Der Größenbereich kann demgemäß auch eine vorbestimmte geringe Anzahl von Amplitudenhöhenwerten umfassen, wenn – z.B. seitens des Telefon-netzbetreibers – nur eine vorbestimmte kleine Datenübertragungsrate zugelassen werden soll.

30

Die Transformation kann eine Multiplikation der Amplitudenhöhenwerte mit einem Faktor darstellen. Diese läßt sich mit einem Multiplizierer realisieren.

5 Vorteilhafterweise wird der Faktor durch Ermittlung der Konstellation des Signals bestimmt, beispielsweise auf Basis der Ermittlung der minimalen durch die Kommunikationseinrichtung auflösbaren Differenz zweier Amplitudenhöhenwerte des Analogsignals.

10 Das Signal kann das Signal Amplitudenhöhenwerte einer vorgegebenen Teilung aufweisen, insbesondere gemäß ITU-Empfehlung G.711, wie sie derzeit in vielen Telekommunikationsnetzen verwendet wird.

15 Der Faktor kann aus der Konstellation des Signals ermittelt werden, dessen Amplitudenhöhenwerte mit einem vorbestimmten kleinen Faktor multipliziert werden, insbesondere einem Faktor, bei dem für jeweils mindestens drei Amplitudenhöhenwerte der auflösbare Amplitudenabstand zu dem jeweils vorherigen Amplitudenhöhenwert um weniger als 25 % abweicht.

Der Faktor kann durch die folgenden Schritte ermittelt werden:

- 20 a) Bestimmen des kleinsten durch die Datenkommunikationseinrichtung auflösbaren Amplitudenhöhenwerts;
- b) Bestimmen des größten Amplitudenhöhenwert, dessen Universalcode-Abstand zum nächstgrößeren Amplitudenhöhenwert eine vorbestimmte Bedingung erfüllt;
- 25 c) Bilden der Amplitudenhöhendifferenz zwischen dem bestimmten größten Amplitudenhöhenwerts und dem bestimmten kleinsten Amplitudenhöhenwerts;
- d) Zählen der Anzahl der Amplitudenhöhenwerte zwischen dem größten und dem kleinsten Amplitudenhöhenwert der Konstellation, Reduzieren der Anzahl um 1;
- 30

- e) Bilden des Quotienten aus der Amplitudenhöendifferenz und der reduzierten Anzahl;
- f) Multiplizieren des vorbestimmten Faktors mit Quotienten.

5 Die vorbestimmte Bedingung kann „minimal 4“ lauten.

Es ist ferner auch vorteilhaft, wenn die Transformation derart durchgeführt wird, daß jeder Amplitudenhöhenwert jeweils durch einen vorbestimmten Amplitudenhöhenwert aus einer Tabelle ersetzt wird. Die Tabelle kann durch Multiplikation der vorbestimmten Amplitudenhöhenwerte mit einem Faktor erstellt werden.

Die transformierten Amplitudenhöhenwerte können (anstelle exakter Berechnungen) lediglich eine vorbestimmte Genauigkeit, insbesondere mindestens 12 Bit, aufweisen.

15

Wahlweise kann das Verfahren auf das digitale Signal angewandt werden oder aber auf das analoge Signal (also nach der D/A-Wandlung), jedoch jeweils im Bereich der Vierdrahtstrecke.

20 Die Kommunikationseinrichtung kann ein PCM-Modem sein und das Signal von einem digitalen Modem stammen. Das Verfahren ist für V.90 geeignet.

Die Kompatibilität mit der Sprachtelefonie bleibt erhalten, wenn zu Beginn einer jeden Kommunikation eine Modemerkenkung durchgeführt wird und das erfindungsgemäße Transformationsverfahren nur dann ausgeführt wird, wenn eine Modemverbindung erkannt wird, vorteilhafterweise mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dann wird also die optimierte Verstärkung nur dann durchgeführt, wenn tatsächlich eine Modemverbindung gegeben ist. Andernfalls bleibt die Dämpfung für Sprachtelefonie eingestellt.

30

Hierzu umfaßt die Erfindung auch ein Verfahren zum Erkennen einer Modemverbindung aus einem Signal mit den folgenden Schritten:

- 5 a) Überprüfen, ob das Signal eine Ruhezeit von 70 bis 80 ms aufweist, und, wenn die Signalamplitude der Ruhezeit einen vorbestimmten niedrigen Amplitudenhöhenwert entspricht, Ausgeben eines Modemerken-  
nungssignals,
- 10 b) andernfalls, wenn die Ruhezeit mehr als 80 ms beträgt, überprüfen, ob das der Ruhezeit folgende Signal ein vorbestimmtes charakteristisches Signal eines pulscodemodulierten Modems ist, Ausgeben eines Modemerken-  
nungssignals.

Das Auftreten periodischer Signale ist typisch für den Beginn einer Modemverbindung.

- 15 Als periodisches Signal kann eine Folge von zehn Amplitudenhöhenwerten, gefolgt von der Folge mit jeweils umgekehrtem Vorzeichen erkannt werden.

- Ferner kann als charakteristisches Signal eine periodische Folge von sechs Amplitudenhöhenwerten mit jeweils drei konstanten positiven Werten und drei konstanten negativen Werten aufweisend erkannt werden.
- 20

- Als charakteristisches Signal kann auch eine periodische Folge der Amplitudenhöhenwerte  $P, 0, P, -P, 0, -P$ , wobei 0 der kleinstzulässige Amplitudenhöhenwert und  $P$  ein beliebiger anderer zulässiger Amplitudenhöhenwert ist, erkannt werden.
- 25  $P$  kann hierbei ein positiver oder ein negativer Wert sein.

Bei der Modemerken-  
nung können vorteilhafterweise Amplitudenhöhenwerte mit einer Streuung von zwei Stufen um den jeweiligen zu erkennenden Amplitudenhöhenwert dem jeweiligen Amplitudenhöhenwert zugeordnet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung einer Modemverbindung gestattet die zuverlässige Unterscheidung von Modemverbindungen und Sprachtelefonie. Im Unterschied zu bekannten Lösungen, bei denen eine Signalanalyse der Frequenz des Signals durchgeführt wird, beruht die Lösung gemäß der Erfindung auf einer logischen Auswertung der PCM-Amplitudenhöhenwerte. Die Vorrichtung kommt daher im wesentlichen mit Abzähloperationen aus, die mittels eines Mikrocontrollers ausgeführt werden können. Vorteilhafterweise kann jedoch ein Signalprozessor verwendet werden. Dann ist es auch möglich, einen Signalprozessor für mehrere Teilnehmeranschlußeinheiten einzusetzen.

10

Die Modemerkenkung kann mit der Transformationsvorrichtung kombiniert werden. Demgemäß kann auch die Steuerungseinrichtung zur Steuerung beider Vorrichtungen ausgestaltet werden.

15

Die Erfindung umfaßt auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Transformationsverfahrens.

20

Die Vorrichtung kann Mittel zum Speichern einer Abbildung aufweisen, in welche Werte einschreibbar sind, durch welche die Amplitudenhöhenwerte jeweils ersetzt werden. Die Mittel können als Look-up-Table realisiert sein.

25

Erstellt und auch verändert werden kann die Abbildung durch Multiplikation der vorbestimmten Amplitudenhöhenwerte mit einem Faktor. Ferner kann die Vorrichtung Mittel zum Speichern der Konstellation aufweisen. Diese können mindestens sechs Speicherbereiche jeweils mit einer Speicherkapazität aufweisen, die ausreichend ist, daß mindestens denjenigen Amplitudenhöhenwerten jeweils ein Speicherelement zuweisbar ist, bei welchen jeweils für mindestens drei Amplitudenhöhenwerte der auflösbare Amplitudenabstand zu dem jeweils vorherigen Amplitudenhöhenwert um weniger als 25 % abweicht.

30

Erfindungsgemäß kann die Konstellation zum Bestimmen des Faktors verwendet werden. Dann weist die Vorrichtung auf:

- 5 a) Mittel zum Bestimmen des kleinsten durch die Datenkommunikations-einrichtung auflösbaren Amplitudenhöhenwerts;
- b) Mittel zum Bestimmen des größten Amplitudenhöhenwerts, dessen Universalcode-Abstand zum nächstgrößeren Amplitudenhöhenwert eine vorbestimmte Bedingung erfüllt;
- 10 c) Mittel zum Bilden der Amplitudenhöhendifferenz zwischen dem bestimmten größten Amplitudenhöhenwert und dem bestimmten kleinsten Amplitudenhöhenwert;
- d) Mittel zum Zählen der Anzahl der Amplitudenhöhenwerte zwischen dem größten und dem kleinsten Amplitudenhöhenwert der Konstellation, Reduzieren der Anzahl um 1;
- 15 e) Mittel zum Bilden des Quotienten aus der Amplitudenhöhendifferenz und der reduzierten Anzahl;
- f) Mittel zum Multiplizieren des vorbestimmten Faktors mit Quotienten .

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zur Anordnung in einer Teilnehmeranschlußeinheit eines Telekommunikationsnetzes vorgesehen sein.

Ferner kann die erfindungsgemäße Vorrichtung Steuerungsmittel aufweisen, insbesondere in Form von Mikrocontroller- oder als digitale Signalprozessorschaltung.

25

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erkennen einer Modemverbindung aus einem Signal weist auf:

- a) erste Mittel zum Überprüfen, ob das Signal Amplitudenhöhenwerte entsprechend einer Ruhezeit von 70 bis 80 ms aufweist;

- b) zweite Mittel zum Überprüfen, ob das der Ruhezeit folgende Signal ein vorbestimmtes charakteristisches Signal eines pulscodemodulierten Modems ist;
- c) Mittel zum Ausgeben eines Modemerkenkungssignals.

5

Die Vorrichtung kann weiter Mittel, insbesondere einen Ringpuffer, zum Speichern von mindestens 10 Amplitudenhöhenwerten aufweisen.

10 Die Vorrichtung kann auch so ausgestaltet sein, daß als charakteristisches Signal eine Folge von zehn Amplitudenhöhenwerten  $P_1, \dots, P_{10}$ , gefolgt von der Folge mit jeweils umgekehrtem Vorzeichen  $-P_1, \dots, -P_{10}$  erkannt wird.

15 Die Vorrichtung kann ferner auch so ausgestaltet sein, daß als charakteristisches Signal eine Folge von sechs Impulsen mit jeweils drei konstanten positiven Amplitudenhöhenwerten und drei konstanten negativen Amplitudenhöhenwerten erkannt wird, ferner auch so, daß das als charakteristisches Signal eine Folge der Amplitudenhöhenwerte  $P, 0, P, -P, 0, -P$ , wobei 0 der kleinstzulässige Amplitudenhöhenwert und  $P$  ein beliebiger anderer zulässiger Amplitudenhöhenwert ist, erkannt wird.

20

Hierbei kann die Vorrichtung so ausgestaltet sein, daß bei der Modemerkenkung Amplitudenhöhenwerte mit einer Streuung von zwei Stufen um den jeweiligen gesuchten Amplitudenhöhenwert dem jeweiligen Amplitudenhöhenwert zugeordnet werden.

25

Die erfindungsgemäße Transformationsvorrichtung weist besonders vorteilhafterweise eine Modemerkenkungsvorrichtung auf, insbesondere diejenige gemäß der Erfindung.

30 Eine oder alle erfindungsgemäßen Vorrichtungen können auch in einer Codec-Einrichtung bzw. in einer Teilnehmeranschlußeinrichtung integriert sein.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- 5    Fig. 1 eine Teilnehmeranschlußeinheit in einem Telefonnetz,
- Fig. 2 eine logarithmische Kennlinie gemäß ITU-G.711,
- Fig. 3 eine Codec-Einheit gemäß Stand der Technik,
- Fig. 4 eine Teilnehmeranschlußeinheit mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- 10   Fig. 5 einen Überblick die erfindungsgemäßen Verfahren,
- Fig. 6 Aufbau und die Funktionsweise der Konstellationsanalysevorrichtung,
- Fig. 7 Beispiele von Konstellationen,
- Fig. 8 ein Beispiel einer Konstellationstabelle für einen kleinen Verstärkungsfaktor,
- 15   Fig. 9 ein Flußdiagramm für das Verfahren zur Konstellationsermittlung,
- Fig. 10 ein Flußdiagramm für das Verfahren zur Erkennung einer Modemverbindung,
- Fig. 11 ein Zeitablaufdiagramm für die Phasen der Modemerkenung und der Einstellung des Dämpfungsfaktors,
- 20   Fig. 12 Schemata zur hardwaremäßigen Implementierung der Vorrichtung zur Erkennung einer Modemverbindung und
- Fig. 13 eine hardwaremäßige Implementierung für die erfindungsgemäßen Vorrichtungen
- 25   Fig. 1 zeigt eine Teilnehmeranschlußeinheit 2 (Linecard) im digitalen Teil eines Telefonnetzes 1. Auf der einen Seite befindet sich ein digitales Modem 50, angeschlossen an einem digitalen Endanschluß, auf der anderen Seite ein PCM-Modem 10, angeschlossen an einem analogen Teilnehmerendanschluß 3. Das vom digitalen Telefonnetz übertragene Signal DS ist pulscodemoduliert, wobei als
- 30   Nutzinformation nur diskrete Werte, also PCM-Werte, zugelassen sind, und zwar in logarithmisch anwachsenden Quantisierungsstufen. Die Anzahl und die Grö-

Benverhältnisse der einzelnen Quantisierungsstufen zueinander sind in der ITU-Empfehlung G.711 spezifiziert. Die PCM-Werte entsprechen Amplitudenhöhenwerten in einem dazu korrespondierenden Analogsignal AS. In der Teilnehmeranschlußeinheit 2 wird das Digitalsignal DS in das Analogsignal AS umgesetzt, ehe  
5 es zu dem betreffenden analogen Teilnehmerendanschluß 3, an den analoge Endgeräte 10 anschließbar ist, weitergeleitet wird.

Fig. 2 zeigt eine logarithmische Kennlinie gemäß ITU- G.711. Die PCM-Werte der Ordinate sind auf der Abszisse fortlaufend durch ihren Ucode-Wert (Universalcode-Wert) von 0 bis 127 numeriert.  
10

Die herkömmliche Teilnehmeranschlußeinheit 2 weist eine Codec-Einheit 21 und eine Slic-Einheit 22 auf. Die Codec-Einheit 21 gemäß Fig. 3 umfaßt eine Expansionseinheit 210D zur Umsetzung des logarithmisch geteilten Digitalsignals DS in ein linear geteiltes Digitalsignal DS und einen D/A-Wandler 220D, der das  
15 Digitalsignal DS in ein Analogsignal AS umsetzt. Der Verstärker 230D mit konstantem Verstärkungsfaktor realisiert die vorgegebene Dämpfung. In der Slic-Einheit 22 erfolgt die Umwandlung von einem Vierdrahtsignal in ein Zweidrahtsignal.

20

Für die Signalwandlung in umgekehrter Richtung sind ein Verstärker 230U, ein AD-Wandler 220U und eine Komprimiereinheit 210U (Linear/G.711) vorhanden.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 sind die erfindungsgemäße Vorrichtung 60 zum Transformieren des Signals DS, die Vorrichtung 20 zum Analysieren der  
25 Konstellation und die Vorrichtung 30 zur Erkennung einer Modemverbindung in der Teilnehmeranschlußeinheit untergebracht. Die Vorrichtung 60 ist als digitaler Multiplizierer mit einstellbarem Verstärkungsfaktor V ausgebildet. Eine Einheit 40 ist zum Steuern der Vorrichtungen 20, 30, 60 vorgesehen. Die Modemerken-  
30 nungsvorrichtung 30 erhält als Eingangssignal das Signal DS. Wird eine Modemverbindung erkannt, d.h. ein digitales Modem 50 am anderen Ende der Kommuni-

kationsverbindung, so werden die Vorrichtungen 20 und 60 aktiv. Wird dagegen keine Modemverbindung erkannt, so bleibt es bei der voreingestellten Verstärkung (bzw. Dämpfung) für Sprachtelefonie.

- 5 Bei Vorliegen einer Modemverbindung wird das Digitalsignal also in der Teilnehmeranschlußeinheit derart verstärkt (bzw. gedämpft), daß eine maximale bzw. eine vorgegebene Anzahl von PCM-Werten gemäß G.711 ausgeschöpft werden können. Hierdurch läßt sich die Datenübertragungsrate bei der Datenkommunikation zwischen dem digitalen Modem 50 und dem PCM-Modem 10 maximieren bzw. genau einstellen.

Die optimale Verstärkung kann erfindungsgemäß durch Auswertung der Konstellation des übertragenen Signals ermittelt werden. Hierzu ist eine Konstellationsanalysevorrichtung 20 vorgesehen.

15

- Fig. 5 a bis c zeigen den Ablauf der erfindungsgemäßen Verfahren im Überblick. Nach dem Start der Kommunikation (S10) wird eine Modemerkenkung (S20) durchgeführt. Wird ein Modem erkannt, so wird ein Verstärkungsfaktor V für Modembetrieb eingestellt (S30). Das Modem stellt Datenmode ein und beginnt mit der Übertragung von Daten (S40). Nun wird die Datenmode-Konstellation analysiert und hieraus die aktuelle Datenübertragungsrate mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens (S50). Ist die Datenübertragungsrate bereits optimal hinsichtlich des vorgegebenen Kriteriums (S60), so wird mit dem aktuell eingestellten Verstärkungsfaktor V fortgefahren, bis das Ende der Modemkommunikation erkannt wird (S80). Dann wird wieder der Verstärkungsfaktor V für Sprachverbindung eingestellt (S90), und der Vorgang ist beendet (S100).

- Ist in Schritt S60 festgestellt worden, daß die Datenübertragungsrate noch nicht optimal ist, so wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Transformieren des Signals gestartet (S70). In Schritt S710 wird zunächst ein kleiner Verstärkungswert V0 eingestellt. Das Modem führt einen Retrain durch, um die hierauf adap-

tierte Konstellation festzulegen (S720). Mit dieser Konstellation wird die Datenübertragung – mit entsprechend geringer Datenübertragungsrate – vom digitalen Modem 50 zum analogen Modem 10 fortgesetzt (S730). Erfindungsgemäß wird nunmehr diese Konstellation bestimmt und analysiert (S740), und auf dieser Basis wird der gemäß dem vorgegebenen Kriterium optimale Verstärkungsfaktor V berechnet (S750). Dieser wird jedoch nicht sofort eingestellt, sondern es wird zunächst der aktuelle Verstärkungsfaktor  $V_0$  nochmals verringert (S760), um einen erneuten Retrain des Modems zu provozieren (S770). Zu Beginn dieses Retrains wird dann der berechnete optimale Verstärkungsfaktor V eingestellt (S780), damit sich das Modem mit der zu wählenden Konstellation adaptiert. Hiermit wird die optimale bzw. gewünschte Datenübertragungsrate (S790) erzielt. Die Datenübertragung wird entsprechend S80 fortgesetzt.

Gemäß den Schritten S710 bis S780 wird deutlich, daß zur Erzielung einer vorgegebenen Datenübertragungsrate die Verstärkung des Signalverstärkers verändert wird. Zur Bestimmung der Veränderung wird eine Konstellation (bzw. mehrere Konstellationen) eines Datenübertragungssignals bei sehr schwacher Verstärkung  $V_0$  analysiert. Dies verbessert die Genauigkeit der Bestimmung des optimalen Verstärkungsfaktors V. Anschließend wird der optimale Verstärkungsfaktor V eingestellt (nachdem zuvor der Verstärkungsfaktor  $V_0$  kurzzeitig verringert wurde), wie Fig. 5 c illustriert ist).

Fig. 6a bis c illustrieren den Aufbau und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Konstellationsanalysevorrichtung 20. Die Konstellationsanalysevorrichtung 20 hat die Aufgabe, die im vom digitalen Modem gesendeten Digitalsignal aktuell verwenden Ucode-Werte zu bestimmen. Dazu wird ein Pufferspeicher 201 benötigt, in dem jeder verwendete Wert markiert wird. Z. B. kann ein Speicherbereich von 16 Bytes benutzt werden (vgl. Fig. 6a). Jedes Bit eines Bytes wird einem Wert zugeordnet. So werden die acht Bit des ersten Bytes jeweils den niedrigsten acht Werten zugeordnet. Die acht Bit des zweiten Bytes werden den folgenden acht Werten zugeordnet, usw. Wichtig ist die eindeutige Zuordnung eines Spei-

cherelements zu einem bestimmten Wert. Da V.90 bis zu sechs verschiedene Konstellationssätze erlaubt, ist es vorteilhaft, wenn sechs Pufferspeicher 201-206 vorhanden sind. Insgesamt sind dann 96 Bytes notwendig (vgl. Fig. 6b).

- 5 Die Konstellationsanalysevorrichtung 20 wird dadurch aktiviert, daß die Datenmodephase erreicht ist. In diesem Fall wird die Konstellation bestimmt. Dazu werden die im Signal DS folgenden Werte analysiert und das dem jeweiligen Wert zugeordnete Bit im Speicher markiert. Dieser Vorgang wird für eine bestimmte Zeit wiederholt. Diese Zeit muß so bemessen sein, daß statistisch alle in
- 10 der Konstellation enthaltenen verwendeten Amplitudenhöhenwerte mindestens einmal im Signal vorkommen, dies kann z.B. nach 4000 gesendeten Werten der Fall sein.

- Der optimale Verstärkungsfaktor V (unter Zugrundelegung der G.711-Kennlinie)
- 15 ist derjenige Faktor, bei welchem der vom PCM-Modem 10 auflösbare Amplitudenabstand genau dem Abstand zwischen zwei benachbarten Werten im selben Segment entspricht, vgl. in Fig. 6c „Dmin opt“. In diesem Fall können in diesem Segment (und in den höheren) alle 16 Werte verwendet werden. Durch die Tatsache, daß sich die Abstände der Werte gemäß G.711 von einem Segment zum
- 20 nächsttieferen Segment jeweils halbieren, ergibt für das nächsttiefere Segment, daß nur jeder zweite Wert verwendet werden kann, im übernächsten noch jeder vierte, dann noch jeder achte und schließlich nur noch jeder 16 Wert.

- Bei Verwendung der Mu-Law-Kennlinie (gemäß G.711) bedeutet dies, daß im 1.
- 25 Segment 1 Wert verwendet werden kann, im 2. Segment 2 Werte, im 3. Segment 4 Werte, im 4. Segment 8 Werte, im 5. Segment 16 Werte, Ab dem 6. Segment können alle Werte verwendet werden, wobei im 6. Segment der Abstand der verfügbaren Werte dem doppelten minimalen Abstand entspricht, im 7. Segment dem vierfachen und im 8. Segment dem 8-fachen. Bei Verwendung der A-Law-
- 30 Kennlinie (gemäß G.711) ist die Aufteilung im ersten Segment anders, da dort der Abstand der Werte in den ersten beiden Segmenten gleich ist und dort je 2 Werte

5 plaziert werden können. 4 Werte im dritten Segment, 8 Werte im vierten Segment, 16 Werte im 5. Segment. Können darüberhinausgehende Werte verwendet werden, so hat automatisch im 6. Segment jeder Wert den doppelten Minimalabstand, im darauffolgenden 7. Segment den vierfachen Abstand und im 8. Segment den achtfachen Abstand.

10 Ist der minimale Abstand  $D_{min}$  größer als der Abstand der Werte, zu dem sich diese Aufteilung ergibt, so bedeutet dies, daß weniger Werte verwendet werden können, vgl. wiederum Fig. 6c („ $D_{min}$  ist“). Bei der Konstellationsauswertung ist noch zu berücksichtigen, daß aufgrund der Vorgabe einer maximalen Sendeleistung des Signals die maximale Anzahl der verwendeten Werte limitiert ist. Typischerweise ist die Sendeleistung auf -12dB limitiert.

15 Beispielsweise können gemäß der A-Law-Kennlinie und einem Abstand  $D_{min}$  von 8 Werten im untersten Segment innerhalb des Leistungslimits  $n=46$  Werte genutzt werden. Damit ist eine Bruttodatenrate von 52000 Bit/s möglich, die Nettodatenübertragungsrate beträgt 50667 Bit/s. Um die gemäß V.90 nächsthöhere Nettodatenübertragungsrate von 52000 Bit/s zu erreichen, muß die Anzahl der verwendeten Werte auf  $n=51$  erhöht werden. Dies erreicht man, wenn der mini-  
20 male Abstand  $D_{min}$  auf 80 reduziert wird. Bei einem minimalen Abstand  $D_{min}$  von 64 beträgt die maximale Anzahl der Werte  $n=66$ . Damit wird eine Bruttodatenübertragungsrate von 56000 Bit/s und eine Nettodatenübertragungsrate von 54667 Bit/s erreicht.

25 Erfindungsgemäß wird der Verstärkungsfaktor  $V$  für die Vorrichtung 60 so bestimmt, daß unter den gegebenen Bedingungen eines der oberen Kriterien (also eine der drei beispielhaften Datenübertragungsraten) am besten erfüllt wird. Dazu wird zuerst der minimal auflösbare Abstand der Werte (Amplitudenhöhenabstand) bestimmt. Zunächst wird der Verstärkungsfaktor auf einen Wert  $V_0$  verringert,

damit die verfügbare Amplitudenauflösung erreicht wird und ausreichend ist, um einen Durchschnittswert über mehrere Amplitudenhöhenwerte zu bestimmen. Dies ist dann der Fall, solange der durch den nächsthöheren PCM-Wert (d.h. Amplitudenhöhenwert) auflösbare Amplitudenhöhenunterschied vom Abstand zwischen den ersten beiden Amplitudenhöhenwerten um weniger als 25% abweicht.

Der verringerte Verstärkungsfaktor  $V_0$  wird so gewählt, daß mindestens 3 Amplitudenhöhenwerte diese Bedingung erfüllen. Für den Fall, daß die verwendeten Amplitudenhöhenwerte in den sechs Konstellationsmöglichkeiten unterschiedlich sind, wird der Durchschnitt der sechs gebildet.

Aus dem Amplitudenabstand wird dann der neue, nunmehr optimale Verstärkungsfaktor  $V$  errechnet. Dazu wird der Amplitudenhöhenwert jeweils durch 128, 80 und 64 geteilt und dann mit dem verringerten Verstärkungsfaktor multipliziert. Die drei Ergebnisse werden dann dahingehend geprüft, welches am nächsten an dem Verstärkungsfaktor 1 ist. Dieser Wert wird als neuer Verstärkungsfaktor  $V$  für die Modemverbindung eingestellt.

Die Änderung des Verstärkungsfaktors  $V$  zu einem kleineren Wert  $V_0$  kann unmittelbar erfolgen. Sie führt zu einem Retrain zwischen den beiden Modems 10, 50. Die Änderung des Verstärkungsfaktors  $V$  zu einem größeren Wert erfolgt vorteilhafter so, daß der aktuelle Verstärkungsfaktor zunächst verringert wird und erst mit dem Erkennen des Retrainbeginns (Pause von 75 +/- 5ms) der größere Verstärkungsfaktor eingestellt wird. Wird der Verstärkungsfaktor sofort zum größeren Wertgeändert, kann dies zu einer so hohen Signalübersteuerung führen, daß die Initiierung eines Retrains durch das Digitalmodem 50 nicht mehr detektiert werden kann und die Verbindung abgebrochen wird.

Mit Bezug auf die Tabellen der Fig. 7 und 8 wird ein Zahlenbeispiel für die Berechnung des Verstärkungsfaktors  $V$  gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung erklärt. Die Tabelle der Fig. 7 zeigt alle PCM-Werte (Amplitudenhöhenwerte) gemäß G.711 für einen vorgegebenen Verstärkungsfaktor  $V$ . Ucode in der ersten Spalte gibt die Numerierung der Werte an. Spalte 2 und 3 definieren die Werte gemäß der Mu-Law- bzw. der A-Law-Kennlinie. Spalte 4 gibt die Werte gemäß einer Konstellation an, wie sie das Modem 10 bei dem vorgegebenen Verstärkungsfaktor  $V$  für Sprachtelefonie definiert, d.h. adaptiert.

10 In der Tabelle der Fig. 8 sind sechs Konstellationen unter dem verringerten Verstärkungsfaktor  $V_0$  zu  $16/128$  angegeben, was einer Dämpfung von  $-18\text{dB}$  entspricht. Die Konstellationsanalysevorrichtung 20 habe also in der Datenphase folgende Konstellationsdaten bestimmt und in Pufferspeichern 1 bis 6 abgelegt:

1. Puffer: 10, 29, 40, 49, 54, 59, 64, 67, 70, 73, 76, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91
- 15 2. Puffer: 9, 30, 41, 50, 55, 60, 65, 68, 71, 75, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90
3. Puffer: 9, 29, 40, 49, 54, 59, 64, 67, 70, 73, 76, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91
4. Puffer: 9, 26, 37, 47, 52, 57, 62, 65, 68, 71, 74, 77, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92
5. Puffer: 9, 28, 39, 48, 53, 58, 63, 66, 69, 72, 75, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92
6. Puffer: 29, 40, 49, 54, 59, 64, 67, 70, 73, 76, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91

20

Für die im ersten Pufferspeicher gespeicherte Konstellation ergeben sich – mit den zugeordneten Amplitudenhöhenwerten aus Fig. 8 – folgende Amplitudenabstände zueinander:  $472-168 = 304$ ,  $784 - 472 = 312$ ,  $1120-784=336$ ,  $1440 - 1120 = 320$ ,  $1760-1440 = 320$ ,  $2112-1760 = 352$ ,  $2496 - 2112 = 384$ . Der letzte Wert erfüllt nicht mehr die Anforderung von  $304 * 1,25 = 380$  und fällt damit weg. Als Durchschnittswert der ersten 6 Wertepaare:  $1944 / 6 = 324$ .

Optional, z.B. wenn sich die gespeicherten Konstellationen beträchtlich voneinander unterscheiden, können nach dem gleichen Verfahren die Konstellationen der übrigen fünf Puffer bestimmt werden. Sodann wird der Durchschnitt der ermittelten Werte gebildet. Dieser beträgt hier, über alle sechs Konstellationen gemittelt und gerundet, 324.

Der optimale Verstärkungsfaktor  $V$  wird nunmehr dadurch bestimmt, daß der gerundete Durchschnittswert durch den Zielamplitudenabstand dividiert wird und mit diesem Ergebnis der verringerte Verstärkungsfaktor  $V_0$  multipliziert wird.

Hiernach ergibt sich für die drei optimalen Konstellationen:

$$324/64 * 16 = 81$$

$$324/80 * 16 = 64,8$$

$$324/128 * 16 = 40,5.$$

Abhängig davon, nach welchem Kriterium (d.h. für zu erzielende Datenübertragungsrate) optimiert wird, wird nun der neue Verstärkungsfaktor  $V$  ausgewählt. Ist das Kriterium die höchstmögliche Datenübertragungsrate (also eine maximale Anzahl von Amplitudenhöhenwerten), so wird 81/128 gewählt; soll die Datenrate bei 52000 bzw. 50667 Bit/s liegen, so wird als einzustellender Faktor 64,8/128 bzw. 40,5/128 gewählt. In Fig. 7 sind die optimalen Konstellationen angegeben, mit denen die jeweiligen Datenraten zu erzielen sind. Es zeigt sich insbesondere, daß eine gegenüber der normalen Datenübertragungsrate maximierte Rate tatsächlich erzielt wird (rechte Spalte).

Zur Erzielung anderer Datenübertragungsraten wird deren minimaler Abstand entsprechend den verfügbaren Amplitudenhöhenwerten bestimmt und dieser Abstand als Zielabstand in obiger Berechnung verwendet.

Es ist auch vorteilhaft, den Verstärkungsfaktor  $V$  in den Bereich zwischen dem rechnerisch ermittelten Optimalwert und dem der nächsthöheren Datenübertragungsrate entsprechenden Wert einzustellen. Hierbei hat sich herausgestellt, daß ein Wert näher bei der oberen Grenze zu einem erhöhten Rauschabstand der Datenkommunikation führt, während ein Wert näher der unteren Grenze (um bis zu 5% über dem rechnerisch ermittelten Wert) insbesondere für die Stabilität der Datenübertragung besonders vorteilhaft ist. Im letzteren Fall wird also im Beispiel 84 anstelle 81 bzw. 42 anstelle 40,5 eingestellt.

10 Die Vorrichtung 60 ist vorteilhafterweise als Multipliziereinheit ausgestaltet. Jeder auftretende Amplitudenhöhenwert wird mit demselben Verstärkungsfaktor  $V$  multipliziert. Die Verstärkung ist also linear, kann aber auch mit einer gewissen Ungenauigkeit realisiert sein, wobei z.B. das niedrigstwertige Bit unterschlagen wird. Vorteilhaft ist auch eine Realisierung als Look-up-Table, in welche für je-

15 den Amplitudenhöhenwert der Konstellation der mit dem Faktor multiplizierte Amplitudenhöhenwert abgelegt wird. Bei der Datenübertragung wird dann ein jeder Amplitudenhöhenwert durch den abgespeicherten Wert ersetzt. Somit entfällt die ständige Berechnung der Amplitudenhöhenwerte.

20 Der Verstärker 60 kann aber auch auf das Analogsignal wirken, d.h. hinter der D/A-Wandlung (aber noch auf der Vierdrahtstrecke vor der SLIC-Einheit 22) angeordnet sein. Dann handelt es sich um einen steuerbaren Analogverstärker.

Zur Steuerung der Verstärkung ist eine Steuereinheit 40 vorgesehen, die als Mikrocontroller ausgebildet sein kann.

25

Der Datenmode unterscheidet sich vom vorherigen Trainingsmode dadurch, daß eine neue Konstellation verwendet wird und darum andere Amplitudenhöhenwerte verwendet werden. Die Bestimmung der Konstellation des Datenmodes

erfolgt erfindungsgemäß so, daß das charakteristische Signal mit dem Muster „R“ (im Vorzeichen die Folge +++---) gesucht wird. Fig. 9 ist ein Flußdiagramm hierzu. Wegen der Bezeichnung der Signale wird auch auf Fig. 11 Bezug genommen. Die Amplitudenhöhenwerte können unterschiedlich sein, sind jedoch durch die vorherigen Signale immer bekannt. Ri verwendet in allen sechs PCM-Werten denselben Wert (bezeichnet durch denselben Ucode). Es ist derselbe, mit welchem das TRN1d-Signal gesendet wurde. Aus Speicherung dieses Wertes während TRN1d ist dieser Wert bekannt. Rd benutzt die höchsten Werte der jeweiligen Konstellation. Damit können maximal sechs verschiedene Werte übertragen werden. Deren Werte sind durch Konstellationsbestimmung des Datenmodes bekannt. Aus der Konstellationstabelle muß dazu der letzte Wert verwendet werden. Das Signal Rt hat die gleichen Eigenschaften wie Rd, jedoch mit dem Unterschied, daß die höchsten Werte der Trainingskonstellation verwendet werden. Dazu wird die Konstellation während des Signals TRN2d ausgewertet, und es werden die höchsten Werte pro Rahmenelement gespeichert.

Der Beginn von TRN2d wird durch das Ende von Ri bestimmt. Der Beginn des Datenmodes wird dadurch erkannt, daß ein in der Trainingskonstellation nicht enthaltener Wert festgestellt wird. Sobald dies erkannt wurde, wird mit der Speicherung der Konstellationsdaten für den Datenmode begonnen. Nach einer bestimmten Anzahl erfolgt die Auswertung der Konstellationsinformation.

Die Vorrichtung 20 wird durch neue PCM-Werte versorgt. Diese Werte werden parallel den Einheiten TRN1d-Erkennung, Ri-Erkennung, TRN2d-Erkennung und Datenmode-Konstellationserkennung zugeführt.

Bei der TRN1d-Erkennung analysiert, ob es sich um die Übertragung des TRN1d-Signals handelt. Ist dies der Fall, so wird der verwendete Amplitudenhöhenwert als Referenz für die Erkennung des Signals Ri gespeichert. Die Ri-Erkennung analysiert, ob es sich um die Übertragung des Signals Ri handelt. Die TRN2d-Erkennung unterscheidet das TRN2d-Signal vom Ri-Signal. Die Datenmode-

Konstellationserkennung unterscheidet das DM-Signal vom TRN2d-Signal und speichert die verwendeten PCM-Werte ab.

Die Dmin-/V-Bestimmungslogik übernimmt die Bestimmung der auszuwertenden Amplitudenhöhenabstände sowie die Bestimmung der Anzahl der verwendeten PCM-Werte. Daraus wird entsprechend dem gewählten Kriterium der neue Verstärkungsfaktor V bestimmt. Die Steuerung übernimmt die Triggerung der Dmin/V-Bestimmungslogik.

10 Um eine Modemverbindung von einer Sprachverbindung zu unterscheiden, ist des weiteren ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Erkennen einer Modemverbindung implementiert. Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm der Routine zum Erkennen einer Modemverbindung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich den Umstand zunutze, daß das digitale Sendemodem 50 synchron zum 8kHz-Takt des Telefonnetzes arbeitet. Dadurch wird zum einen aus dem 2400Hz-Ton (Ton B) eine periodische Folge von 20 PCM-Werten, wobei nach 10 PCM-Werten eine Wiederholung stattfindet, jedoch mit vertauschten Vorzeichen. Ton B kann ein Einschwingverhalten aufweisen, d.h. die Periodizität stellt sich erst nach einer gewissen Zeit ein. Zum anderen sind alle anderen Signale nach einer Ruheperiode im Fall einer V90-Kommunikationsverbindung periodisch mit der Periode von 6 PCM-Werten aufgebaut. Demgemäß wird die dargestellte Routine für jeden PCM-Wert von neuem aufgerufen.

25 Hierbei wird zunächst überprüft, ob das ankommende Digitalsignal DS ein Ruhesignal mit einer Ruhezeit von 70 bis 80 ms ist, wobei die Signalamplitude der Ruhezeit der niedrigsten oder zweitniedrigsten zulässigen Wert entspricht. Ist dies der Fall, so handelt es sich um eine Modem-Kommunikationsverbindung. Beträgt dagegen die Ruhezeit mehr als 80 ms, so handelt es sich um eine Sprachverbindung.

Handelt es sich nicht um ein Ruhesignal, so wird überprüft, ob das Signal ein anderes für ein Modem charakteristisches Signal ist.

- 5 Als charakteristisches Signal für eine Modemverbindung erkannt wird ein eine periodische Folge von 20 PCM-Werten, wobei nach 10 PCM-Werten eine Wiederholung stattfindet, jedoch mit vertauschten Vorzeichen. Als charakteristisches Signal für eine Modemverbindung erkannt wird auch eine periodische Folge von jeweils drei positiven und drei negativen konstanten Amplitudenhöhenwerten.

10 Als weiteres charakteristisches Signal für eine Modemverbindung erkannt wird erkannt wird auch eine periodische Folge der Amplitudenhöhenwerte  $P$ ,  $0$ ,  $P$ ,  $-P$ ,  $0$ ,  $-P$ , wobei  $0$  der kleinstzulässige Amplitudenhöhenwert und  $P$  ein beliebiger anderer zulässiger Amplitudenhöhenwert ist, positiv oder negativ.

15

Die Routine gemäß Fig. 10 prüft zunächst, ob der PCM-Wert (d.h. ein Amplitudenhöhenwert) ein Ruhezeichen ist. Ist dies der Fall, so wird geprüft, ob eine Zeitdauer von 70 bis 80 ms erreicht wird. Wenn ja, wird eine Modemverbindung erkannt; der Verstärkungsfaktor  $V$  des Verstärkers wird dann auf den Anfangswert gesetzt. Wird diese Zeitdauer überschritten, so handelt es sich um eine Sprachverbindung; der Verstärkungsfaktor  $V$  wird auf einen vorgegebenen Wert (z.B.  $-7$  dB) eingestellt.

20

Ist der nächste Wert kein Ruhezeichen, so wird geprüft, ob es sich um eines der periodischen Signale  $S_d$ ,  $R_t$  oder Ton  $B$  handelt. Sofern ja, handelt es sich doch um eine Modemverbindung, und der Verstärkungsfaktor  $V$  wird entsprechend eingestellt. Sofern nein, wird der Verstärkungsfaktor  $V$  für eine Sprachverbindung eingestellt.

25

- 30 Mit Bezug auf Fig. 11a bis c wird der zeitliche Ablauf der Modemerkennung erläutert. Nach Phase 1 (Fig. 11a) wird die Ruheperiode von  $75 \pm 5$  ms, also 70

bis 80 ms getroffen. Der Verstärkungsfaktor  $V$  für die Modemverbindung wird eingestellt. Während der sog. Probingphase sendet das digitale Modem für längere Zeit kein Signal. In diesem Fall wird nach 80 ms eine längere Ruheperiode erkannt, und es wird auf den Verstärkungsfaktor für Sprachverbindung umgeschaltet.

5 Mit der Übertragung von Ton B durch das digitale Modem wird – nach einer Einschwingzeit – die periodische Folge von 10 Werten (ohne Vorzeichen) bzw. 20 Werten (mit Vorzeichen) erkannt. Dann wird wieder auf den Verstärkungsfaktor  $V$  für Modemverbindung umgeschaltet. Am Ende der Probingphase folgt eine längere Sendepause des digitalen Modems, ehe Phase 3 des digitalen Modems beginnt (Fig. 11b). Dies führt wieder dazu, daß auf den Verstärkungsfaktor  $V$  für Sprachverbindung umgeschaltet wird. Als erstes Signal nach der Pause wird vom digitalen Modem die Sequenz  $S_d$  gesendet, eine periodische Sequenz von 6 Amplitudenhöhenwerten. Wenn diese erkannt wird, dann wird der Verstärkungsfaktor  $V$  wiederum für Modemverbindung eingestellt. Ab diesem Zeitpunkt überträgt das digitale Modem stets ein (Nutz-)Datensignal, der Verstärkungsfaktor  $V$  für die Modemverbindung bleibt eingestellt.

10  
15

Ein Spezialfall bildet die sog. „Rate Renegotiation mit Ruheperiode“. Während dieser Ruheperiode (Fig. 11c) sendet das digitale Modem ein Ruhesignal, damit das analoge Modem den integrierten Echocanceller trainieren kann. Dieses Ruhesignal führt wieder dazu, daß auf den Verstärkungsfaktor  $V$  für die Sprachverbindung umgeschaltet wird. Als Signal nach dieser Ruhepause ist  $R_t$  definiert. Dies ist wiederum ein periodisches Signal aus 6 Amplitudenhöhenwerten. Wird dieses erkannt, so wird der Verstärkungsfaktor  $V$  für Modemverbindung wieder eingestellt.

20  
25

Vorteilhafterweise ist die Modemerkenkung so ausgestaltet, daß beim Überprüfen Werte mit einer Streuung von zwei Stufen um den jeweiligen gesuchten Werte dem jeweiligen Wert zugeordnet werden. Dann arbeitet die Modemsignalerkenkung auch bei gewissen Schwankungen im Digitalsignal noch zuverlässig.

30

Je nach Ausführung des PCM-Modems auf der analogen Seite kann es notwendig sein, die Umschaltung des Verstärkungsfaktors für die Modemverbindung zeitlich so durchzuführen, daß sie mit der Ausgabe der charakteristischen Signale B, R, Sd synchron verläuft. Dann ist auch bei solchen Modems, die sensitiv auf eine Phasenänderung während der Übertragung der charakteristischen Signale reagieren, gewährleistet, daß die einzustellende Datenübertragungsrate tatsächlich erreicht wird.

Wegen der Durchführung der Modemerkennung durch unkompliziertes Abzählen von Amplitudenhöhenwerten kann prinzipiell auf die Bereitstellung eines digitalen Signalprozessors verzichtet werden.

Die erfindungsgemäße Modemerkennungs Vorrichtung ist im Ausführungsbeispiel mit der erfindungsgemäßen Verstärkungs Vorrichtung gekoppelt. Der für die Modemverbindung eingestellte Verstärkungsfaktor V ist dann der Anfangswert V, der dann im Verlauf der Verstärkungsregelung entsprechend verändert wird. Die beiden Vorrichtungen können dann durch eine gemeinsame Steuerungseinrichtung 40 gesteuert werden.

Fig. 12 zeigt Schemata zur hardwaremäßigen Implementierung der Vorrichtung zur Modemerkennung. Für die Modemerkennung weist die Vorrichtung einen Ringspeicher oder -puffer 300 auf, in dem jeweils die letzten PCM-Werte gespeichert werden. Außerdem sind Vergleichseinheiten vorgesehen, welche auf Ruhezeichen, periodische Muster mit 10 Werten und periodische Muster mit 6 Werten vergleichen.

Im Ausführungsbeispiel wird ein Ringpuffer 300 mit 10 Elementen eingesetzt. Die Zahl 10 ist gewählt, da dann der Schreibzeiger und der Lesezeiger für die Überprüfung des periodischen Signals mit 10 PCM-Werten (d.h. Amplitudenhöhenwerten) identisch sind. Der Ringpuffer kann auch größer gewählt werden, in dem Fall sind zwei Zeiger notwendig.

Ein weiterer PCM-Wert im Digitalsignal DS durchläuft die Vergleichseinheiten 310, 320, 330, welche auf Ruhezeichen, periodisches Signal mit 10 Werten und periodisches Signal mit 6 Werten überprüfen. Die Vergleichseinheiten 310, 320, 5 330 vergleichen das neue PCM-Muster mit dem Werten, welche aus dem Ringpuffer 300 gelesen werden. Entsprechend dem Vergleichsergebnis wird beim Ruhezeichenvergleich in Vergleichseinheit 310 der Ruhezeichenzähler 315 erhöht und der Zählerwert mit dem gültigen Fenster verglichen. Die Vergleichseinheiten für periodische Signale 320, 330 prüfen, ob die jeweilige Periodizität gegeben ist, 10 und im Falle der 6er-Periode wird auch geprüft, ob der PCM-Wert demjenigen der Signale Sd bzw. Rt entspricht. Hierzu sind der Vergleichseinheit 320 zwei weitere Vergleichseinheiten 325, 326 nachgeschaltet. Die Vergleichseinheiten 320, 330 für die periodischen Signale liefern Statusanzeigen an eine Statusauswertungseinheit 340. Die Statusauswertungseinheit 340 bewertet die Statusanzeigen jeder 15 Vergleichseinheit 320, 330 und gibt entsprechend den Ergebnissen der gelieferten Statusanzeige die zum Einstellen des Verstärkungsfaktors für eine Modemverbindung aus, wenn eine Modemverbindung erkannt wurde.

Am Ende der Bewertung wird der PCM-Wert an die aktuelle Zeigerstelle im 20 Ringpuffer 300 geschrieben, anschließend werden die Zeiger um eine Position erhöht.

Die Vorrichtung 30 zur Modemerkenkung kann auch mittels einer programmierbaren Steuerung (Mikroprozessor, digitaler Signalprozessor) realisiert werden, bei 25 welcher die Speicher und Vergleichsvorgänge mittels Programmschritten durchlaufen werden. Der Ringpuffer 300 kann dabei einen beliebigen Speicherbereich innerhalb des verfügbaren Gesamtspeichers belegen.

Fig. 13 zeigt eine hardwaremäßige Implementierung für die erfindungsgemäßen 30 Vorrichtungen. Als analoges Modem 10 kann jedes käufliche Produkt verwendet werden. Die SLIC-22-Funktionalität ist mit dem PEB 4265 von Infineon Tech-

nologies realisiert. Dieser ist mit dem Codec PEB 3265, von Infineon Technologies, verbunden und übernimmt die Funktionen des A/D-Wandlers sowie des Treibers für den SLIC 240D, 220D. Die einstellbare Verstärkung des Verstärkers 240D ist (zunächst) auf einen Wert von z.B. 0 dB eingestellt. Die digitalen Signale für den Codec werden vom ADSP-2181 von Analog Devices in den Einheiten 60,210,20,30,40 aufbereitet und seriell übertragen. Die zweite serielle Schnittstelle des ADSP-2181 ist digital mit dem Telefonnetz 1 verbunden. Sende-  
seitig ist ein digitales Modem 50 angeschlossen.

10 Um eine bestimmte Datenübertragungsrate vorzugeben, sind in weiterer Ausgestaltung der Erfindung Mittel vorgesehen, um das Kriterium, welches die Anzahl n der Amplitudenhöhenwerte erfüllen soll, auszuwählen bzw. vorzugeben. Die Auswahl bzw. Vorgabe kann z.B. zentral, etwa seitens des Telefonnetzbetreibers gesteuert werden.

15

Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren zum Ermitteln des optimalen Verstärkungsfaktors aus der Konstellation lassen sich auch bei Kommunikation zwischen anderen Arten von Endgeräten einsetzen, z.B. Telefax-Geräte untereinander oder mit Modems.

20

5

## Ansprüche

1. Verfahren zum Transformieren eines Signals (DS) einer Vierdrahtstrecke, welches diskrete Amplitudenhöhenwerte ( $P_1, \dots, P_n$ ) zur Umwandlung in ein dazu korrespondierendes Analogsignal (AS) mit den Amplitudenhöhenwerten ( $A_1, \dots, A_n$ ) einer Zweidrahtstrecke aufweist, wobei das Analogsignal (AS) bestimmt ist für eine im Bereich der Zweidrahtstrecke anschließbare Datenkommunikationseinrichtung mit vorbestimmtem amplitudenmäßigen Auflösungsvermögen für das Analogsignal (AS),
- 10
- 15 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Amplitudenhöhenwerte ( $P_1, \dots, P_n$ ) des Signals (DS) im Bereich der Vierdrahtstrecke jeweils durch Anwenden einer Transformation (T) umgeformt werden, die so bestimmt wird, daß die Anzahl (n) der verschiedenen durch die Kommunikationseinrichtung amplitudenmäßig auflösbaren Amplitudenhöhenwerte ( $A_1, \dots, A_n$ ) im Analogsignal (AS) ein vorgebbares Kriterium (K) erfüllt.
- 20
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kriterium (K) eine Maximalzahl (n) verschiedener Amplitudenhöhenwerte ist.
- 25
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kriterium ein vorbestimmter Größenbereich der Anzahl (n) ist.
4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformation (T) eine Multiplikation der Amplitudenhöhenwerte ( $P_1, \dots, P_n$ ) mit einem Faktor (V) darstellt.
- 30

5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor (V) durch Ermittlung der Konstellation des Signals (DS) bestimmt wird.
- 5 6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor (V) auf Basis der Ermittlung der minimalen durch die Kommunikationseinrichtung (10) auflösbaren Differenz ( $D_{min}$ ) zweier Amplitudenhöhenwerte ( $A_i$ ,  $A_j$ ) des Analogsignals (AS) bestimmt wird.
- 10 7. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal (DS) Amplitudenhöhenwerte ( $P_1$ , ...,  $P_n$ ) einer vorgegebenen Teilung darstellt, insbesondere gemäß ITU-Empfehlung G.711.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor (V) aus der Konstellation des Signals (DS) ermittelt wird, dessen Amplitudenhöhenwerte ( $P_1$ , ...,  $P_n$ ) mit einem vorbestimmten kleinen Faktor ( $V_0$ ) multipliziert werden, insbesondere einem Faktor, bei dem für jeweils mindestens drei Amplitudenhöhenwerte ( $P_c$ ,  $P_f$ ,  $P_h$ ) der auflösbare Amplitudenabstand zu dem jeweils vorherigen Amplitudenhöhenwert um weniger als 25 % abweicht.
- 15 20
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ermitteln des Faktors (V) weiterhin die folgenden Schritte ausgeführt werden:
- 25 a) Bestimmen des kleinsten durch die Datenkommunikationseinrichtung auflösbaren Amplitudenhöhenwerts ( $A_{min}$ );
- b) Bestimmen des größten Amplitudenhöhenwerts ( $A_{max}$ ), dessen Universalcode-Abstand (Ucode) zum nächstgrößeren Amplitudenhöhenwert eine vorbestimmte Bedingung erfüllt;
- 30 c) Bilden der Amplitudenhöhendifferenz (D) zwischen dem bestimmten größten Amplitudenhöhenwerts ( $A_{max}$ ) und dem bestimmten kleinsten Amplitudenhöhenwerts ( $A_{min}$ );

- d) Zählen der Anzahl der Amplitudenhöhenwerte zwischen dem größten und dem kleinsten Amplitudenhöhenwert der Konstellation, Reduzieren der Anzahl um 1;
- e) Bilden des Quotienten (Q) aus der Amplitudenhöhendifferenz (D) und der reduzierten Anzahl;
- f) Multiplizieren des vorbestimmten Faktors (V0) mit Quotienten (Q).
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Bedingung „minimal 4“ lautet.
11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß vor Schritt f) zunächst eine weitere Verringerung des Faktors (V0) durchgeführt wird.
12. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformation derart durchgeführt wird, daß jeder Amplitudenhöhenwert (P1, ..., Pn) jeweils gemäß einer Abbildungsvorschrift durch einen vorbestimmten Amplitudenhöhenwert ersetzt wird.
13. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsvorschrift durch Multiplikation der Amplitudenhöhenwerte (P1, ..., Pn) mit einem vorbestimmten Faktor (V) erstellt wird.
14. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die transformierten Amplitudenhöhenwerte (P1, ..., Pn) eine vorbestimmte Genauigkeit, insbesondere mindestens 12 Bit, aufweisen.
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal (DS) ein Analogsignal ist.

16. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationseinrichtung (10) ein PCM-Modem ist und das Signal (DS) von einem digitalen Modem (50) stammt.
- 5 17. Verfahren zum Erkennen einer Modemverbindung aus einem Signal (DS), die folgenden Schritte aufweisend:
- a) Überprüfen, ob das Signal (DS) eine Ruhezeit von 70 bis 80 ms aufweist, und, wenn die Signalamplitude der Ruhezeit einen vorbestimmten niedrigen Amplitudenhöhenwert entspricht, Ausgeben eines Modemerkennungssignals,
- 10 b) andernfalls, wenn die Ruhezeit mehr als 80 ms beträgt, überprüfen, ob das der Ruhezeit folgende Signal (DS) ein vorbestimmtes charakteristisches Signal eines pulscodemodulierten Modems ist, Ausgeben eines Modemerkennungssignals.
- 15 18. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß als charakteristisches Signal eine Folge von zehn Amplitudenhöhenwerten  $P_1, \dots, P_{10}$ , gefolgt von der Folge mit jeweils umgekehrtem Vorzeichen  $-P_1, \dots, -P_{10}$  erkannt wird.
- 20 19. Verfahren gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß als charakteristisches Signal eine periodische Folge von sechs Amplitudenhöhenwerten mit jeweils drei konstanten positiven Werten  $P$  und drei konstanten negativen Werten  $-P$  erkannt wird.
- 25 20. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß als charakteristisches Signal eine periodische Folge von Amplitudenhöhenwerten der Werte  $P, 0, P, -P, 0, -P$ , wobei 0 der kleinstzulässige Amplitudenhöhenwert und  $P$  ein beliebiger anderer zulässiger Amplitudenhöhenwert ist, erkannt wird.
- 30

21. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Modemerkenung Amplitudenhöhenwerte mit einer Streuung von zwei Stufen um den jeweiligen zu erkennenden Amplitudenhöhenwert dem jeweiligen Amplitudenhöhenwert zugeordnet werden.
- 5
22. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst eine Modemerkenung durchgeführt wird, insbesondere nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 20, und nur im Falle des Erkennens eines Modems die weiteren Verfahrensschritte durchgeführt werden.
- 10
23. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in einer Telekommunikations-Teilnehmeranschlußeinheit ausgeführt wird.
- 15
24. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche.
- 20
25. Vorrichtung gemäß Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel zum Speichern einer Abbildung aufweist, in welche Amplitudenhöhenwerte einschreibbar sind, durch welche die Amplitudenhöhenwerte ( $P_1$ , ...,  $P_n$ ) jeweils ersetzt werden.
- 25
26. Vorrichtung gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildung durch Multiplikation der vorbestimmten Amplitudenhöhenwerte mit einem Faktor ( $V$ ) erstellt wird.
- 30
27. Vorrichtung gemäß dem vorherigen Anspruch, weiter aufweisend: Mittel zum Speichern der Konstellation.
28. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, wobei die Mittel zum Speichern der Konstellation mindestens sechs

5 Speicherbereiche jeweils mit einer Speicherkapazität, die ausreichend ist, daß mindestens denjenigen Amplitudenhöhenwerten jeweils ein Speicherelement zuweisbar ist, bei welchen jeweils für mindestens drei Amplitudenhöhenwerte der auflösbare Amplitudenabstand zu dem jeweils vorherigen Amplitudenhöhenwert um weniger als 25 % abweicht.

10 29. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Anordnung in einer Teilnehmeranschlußeinheit eines Telekommunikationsnetzes vorgesehen ist.

30. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zu Beginn einer Datenübertragung zwischen einer Sendeeinrichtung und der Kommunikationseinrichtung aktiviert wird

15 31. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationseinrichtung (10) ein analoges PCM-Modem ist und das Signal (DS) von einem digitalen Modem (50) stammt.

20 32. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Steuerungsmittel (40), insbesondere Mikrocontroller- oder als digitale Signalprozessorschaltung.

25 33. Vorrichtung zum Erkennen einer Modemverbindung aus einem Signal (DS), aufweisend:

- 30
- a) erste Mittel (310, 315, 316) zum Überprüfen, ob das Signal (DS) Amplitudenhöhenwerte entsprechend einer Ruhezeit von 70 bis 80 ms aufweist;
  - b) zweite Mittel (320, 325, 326, 330) zum Überprüfen, ob das der Ruhezeit folgende Signal (DS) ein vorbestimmtes charakteristisches Signal eines pulscodemodulierten Modems ist;
  - c) Mittel (340) zum Ausgeben eines Modemerkennungssignals.

34. Vorrichtung gemäß Anspruch 33, weiter aufweisend: Mittel (300), insbesondere ein Ringpuffer, zum Speichern von mindestens 10 Amplitudenhöhenwerten.
- 5
35. Vorrichtung gemäß Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß als charakteristisches Signal eine Folge von zehn Amplitudenhöhenwerten  $P_1$ , ...,  $P_{10}$ , gefolgt von der Folge mit jeweils umgekehrtem Vorzeichen  $-P_1$ , ...,  $-P_{10}$  erkannt wird.
- 10
36. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel (320, 325, 326, 330) derart ausgestaltet sind, daß als charakteristisches Signal eine periodische Folge von jeweils drei konstanten positiven Amplitudenhöhenwerten  $P$  und drei konstanten negativen Amplitudenhöhenwerten  $-P$  aufweisend erkannt wird.
- 15
37. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 33 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel derart ausgestaltet sind, daß als charakteristisches Signal eine periodische Folge der Amplitudenhöhenwerte  $P$ ,  $0$ ,  $P$ ,  $-P$ ,  $0$ ,  $-P$ , wobei  $0$  der kleinstzulässige Amplitudenhöhenwert und  $P$  ein beliebiger anderer zulässiger Amplitudenhöhenwert ist, erkannt wird.
- 20
38. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 33 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Modemerkennung Amplitudenhöhenwerte mit einer Streuung von zwei Stufen um den jeweiligen gesuchten Amplitudenhöhenwert dem jeweiligen Amplitudenhöhenwert zugeordnet werden.
- 25
39. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 33 bis 38, weiter aufweisend: eine Modemerkennungs Vorrichtung, insbesondere gemäß einem der Ansprüche 30 bis 34.
- 30

40. Codec-Einrichtung (21) mit einer Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche.
  41. Teilnehmeranschlußeinrichtung (2) mit Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche.
- 5

**Zusammenfassung**

Vorgeschlagen werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Transformieren eines Signals einer Vierdrahtstrecke, welches diskrete Amplitudenhöhenwerte zur  
10 Umwandlung in ein dazu korrespondierendes Analogsignal mit den Amplitudenhöhenwerten einer Zweidrahtstrecke aufweist, wobei das Analogsignal bestimmt ist für eine im Bereich der Zweidrahtstrecke anschließbare Datenkommunikationseinrichtung mit vorbestimmtem amplitudenmäßigen Auflösungsvermögen für das Analogsignal, wobei die Amplitudenhöhenwerte des Signals im Bereich der  
15 Vierdrahtstrecke jeweils durch Anwenden einer Transformation umgeformt werden, die so bestimmt wird, daß die Anzahl der verschiedenen durch die Kommunikationseinrichtung amplitudenmäßig auflösbaren Amplitudenhöhenwerte im Analogsignal ein vorgebbares Kriterium erfüllt.

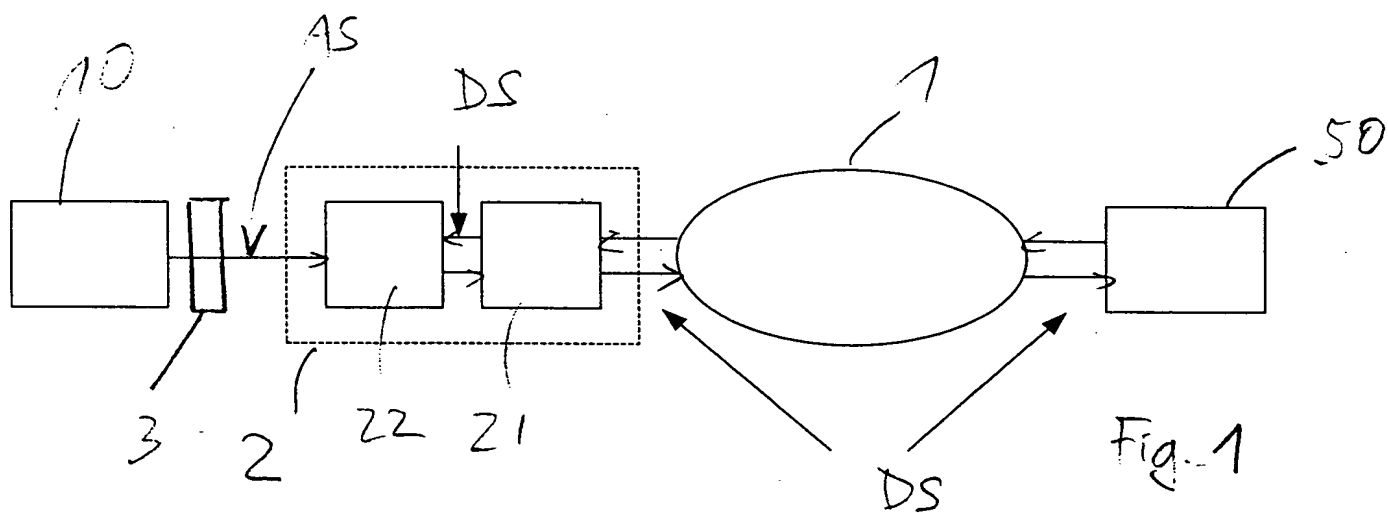


Fig. 1

Fig. 1

Amplitudenhöhe P

■ A-Law    ◆ Mu-Law

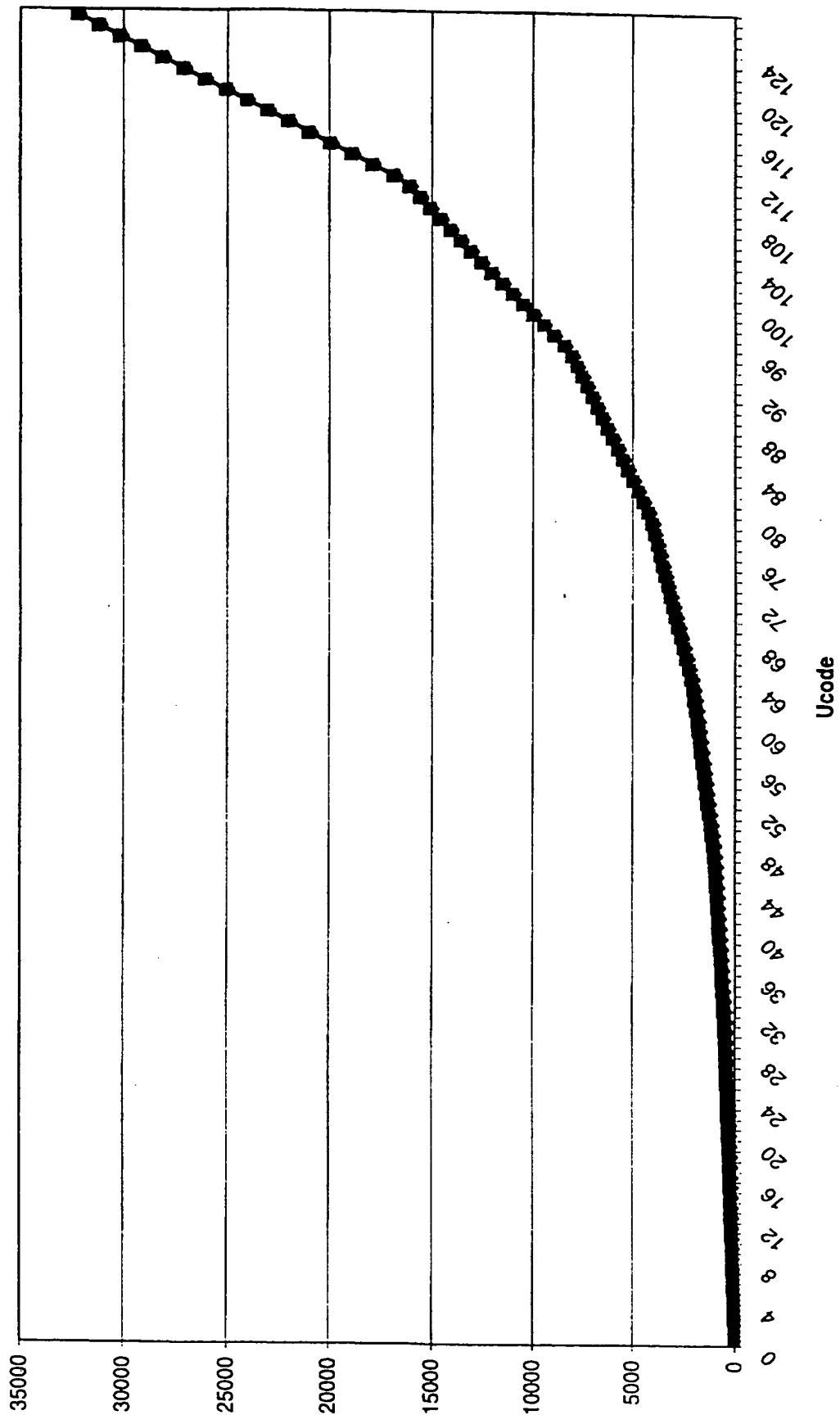


Fig. 2

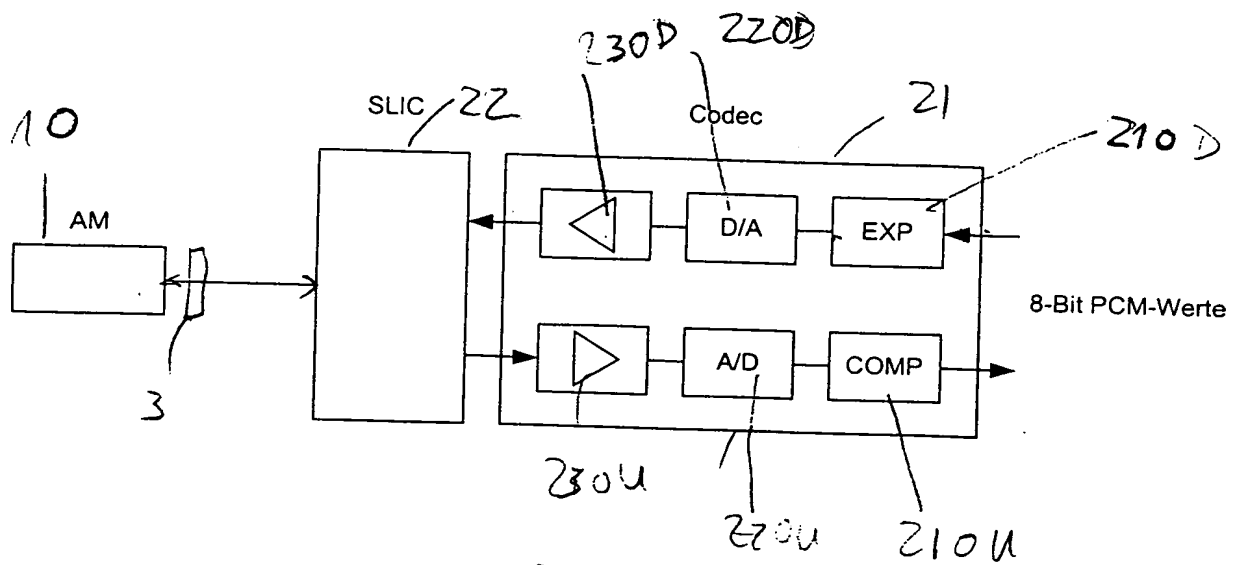


Fig. 3

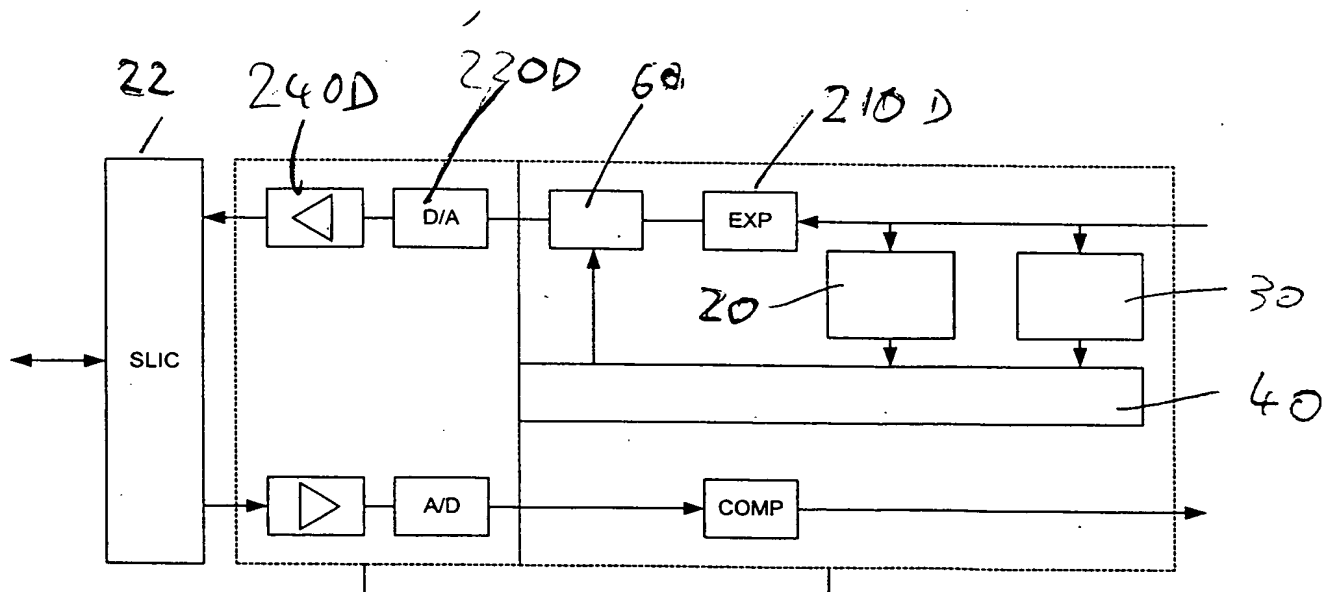


Fig. 4

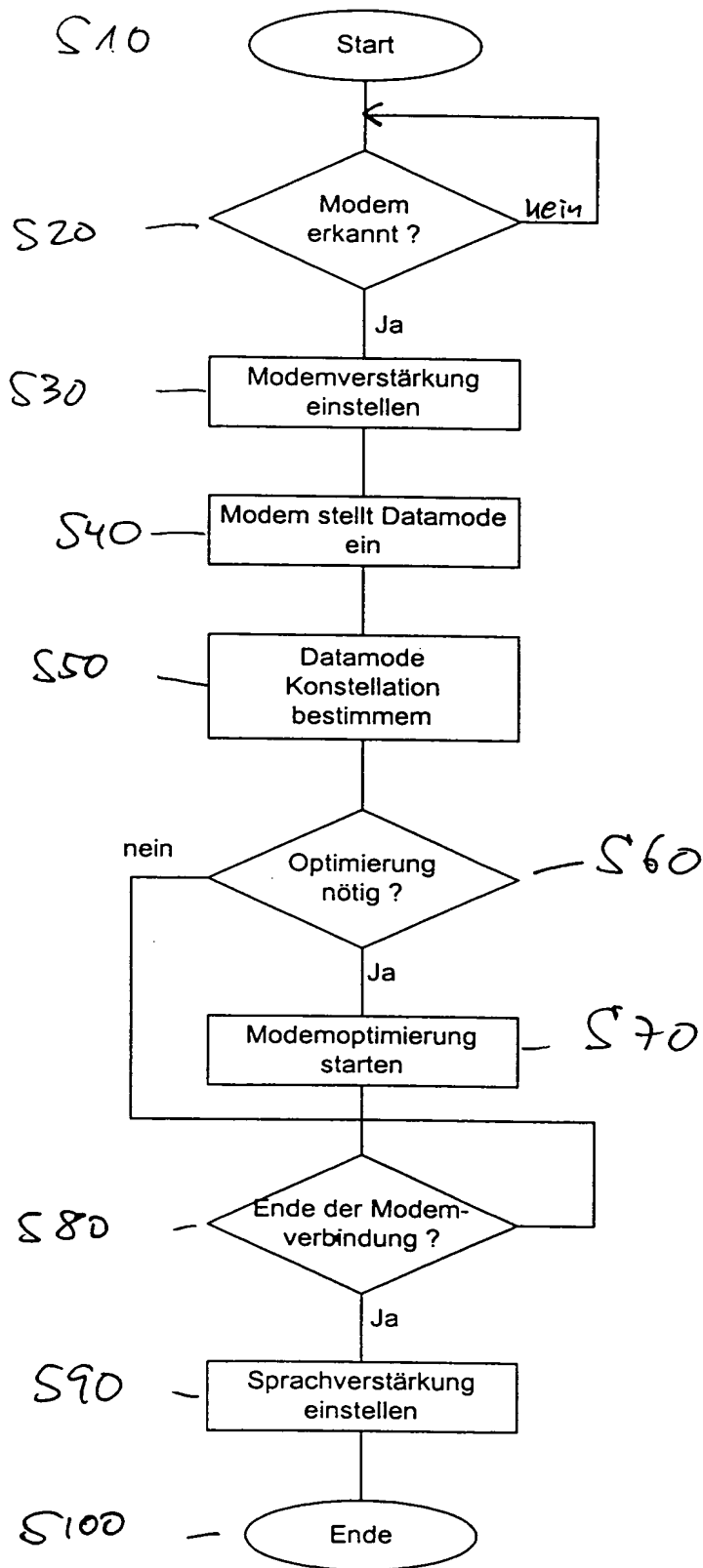


Fig. 5 a

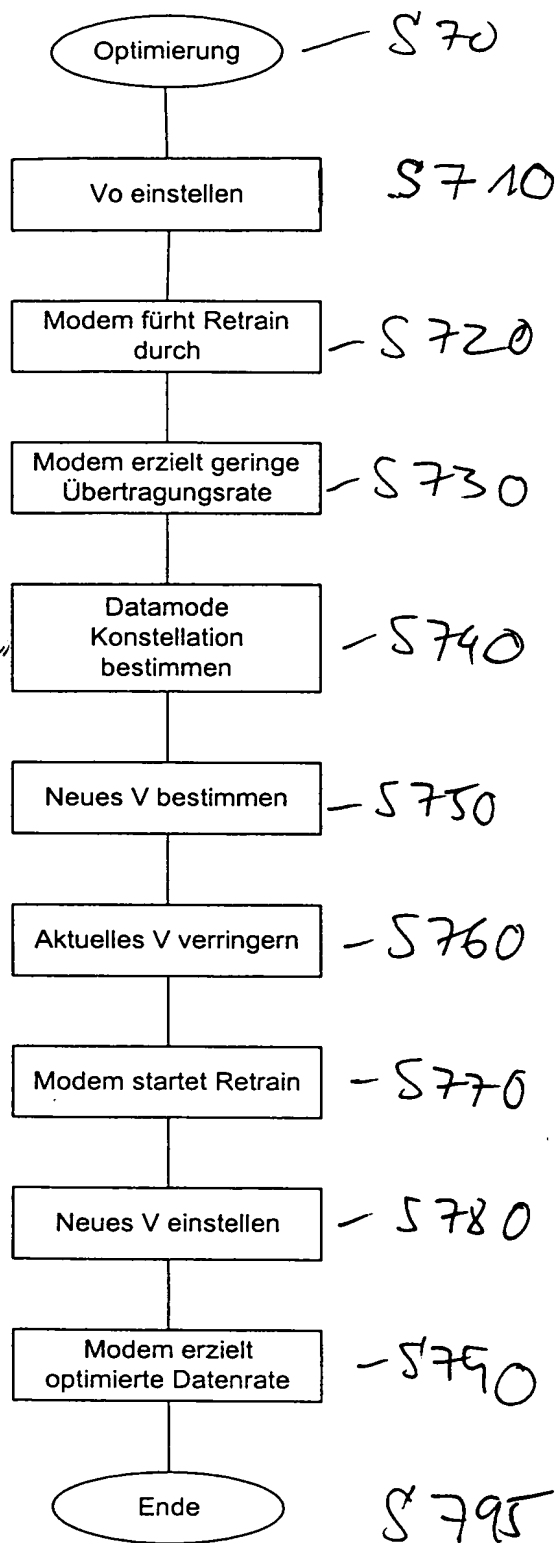


Fig. 5 b

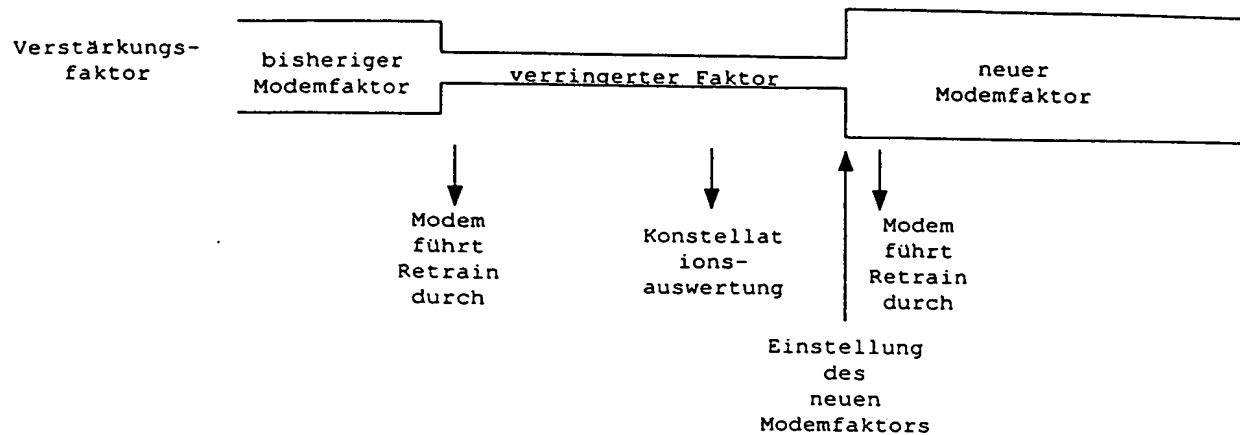
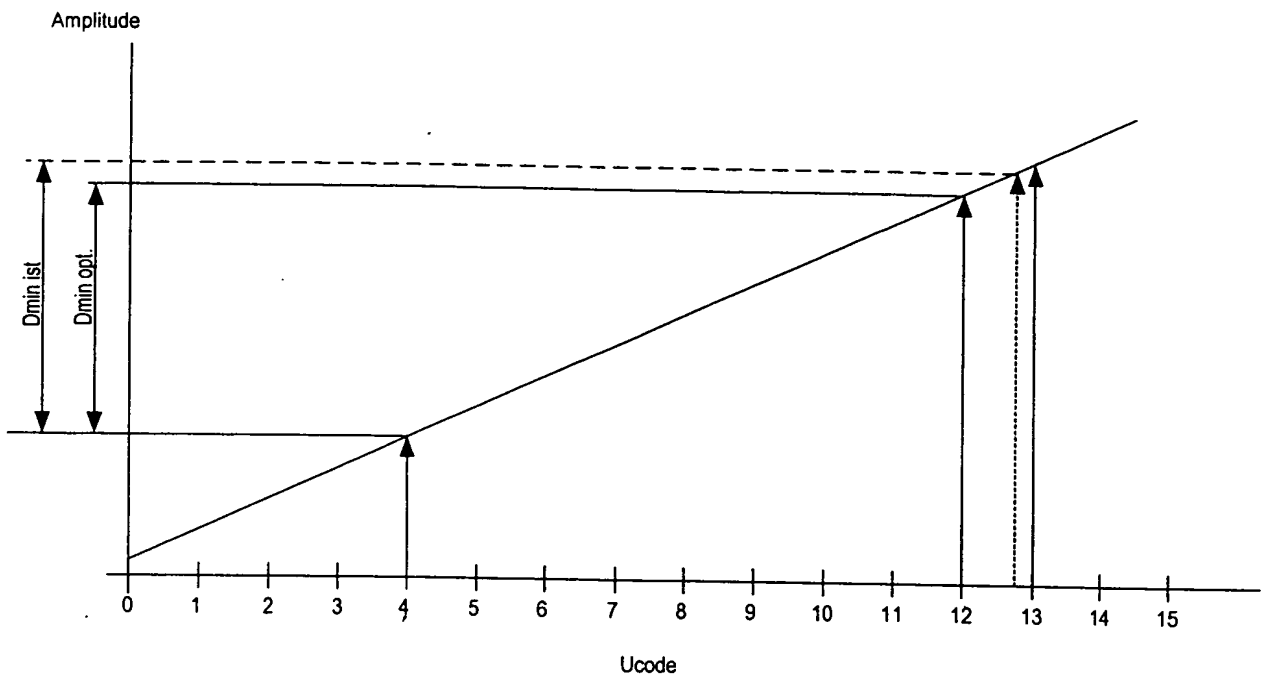
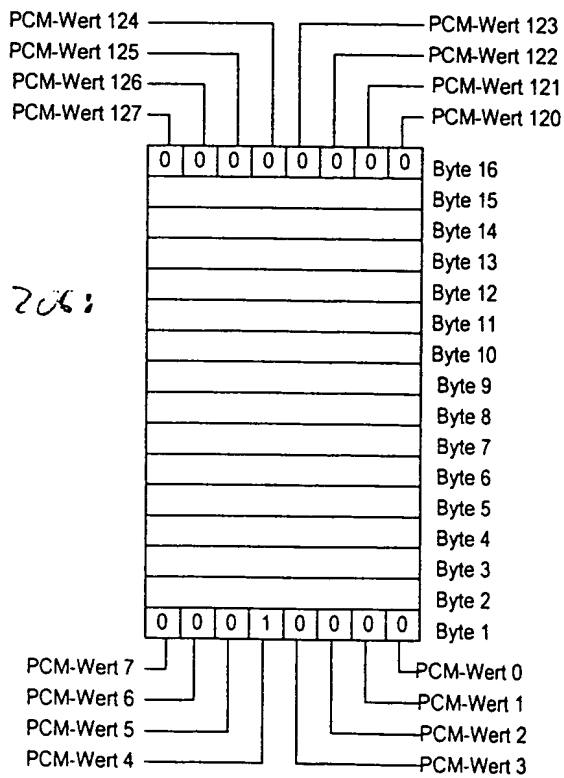


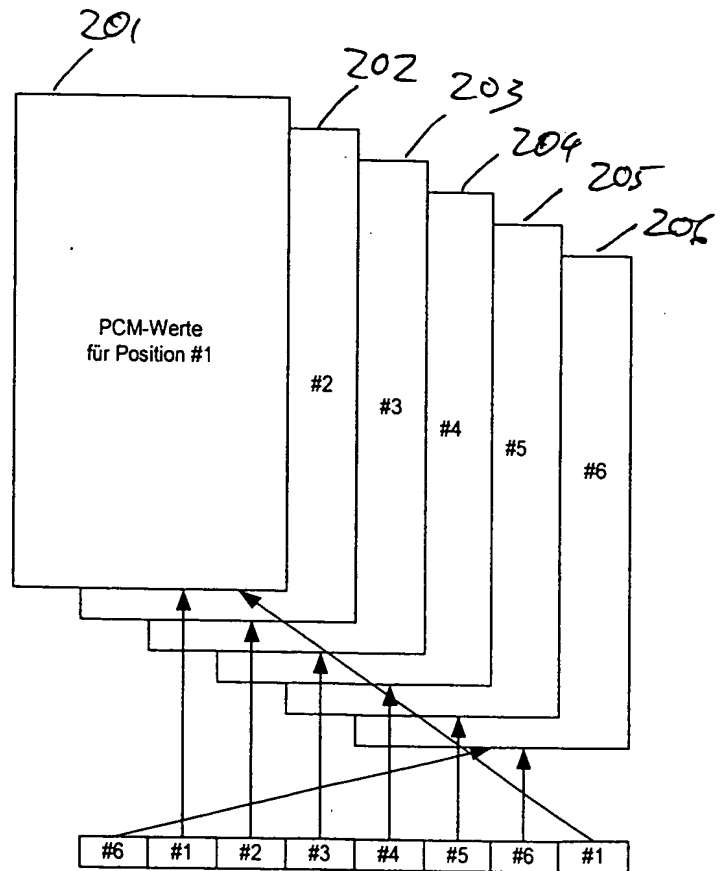
Fig. 5c



C



a



b

Fig. 6

Ucode	Mu-Law	A-Law	Sprachdämpf.	Optimiert 50.6	Optimiert 52	Optimiert 54.6
0	0	8				
1	8	24				
2	16	40				40
3	24	56			56	
4	32	72		72		
5	40	88				
6	48	104				104
7	56	120				
8	64	136	136		136	
9	72	152				
10	80	168				168
11	88	184				
12	96	200		200		
13	104	216			216	
14	112	232				232
15	120	248				
16	132	264				
17	148	280				
18	164	296			296	296
19	180	312				
20	196	328		328		
21	212	344				
22	228	360				360
23	244	376			376	
24	260	392	392			
25	276	408				
26	292	424				424
27	308	440				
28	324	456		456	456	
29	340	472				
30	356	488				488
31	372	504				
32	396	528				
33	428	560			560	560
34	460	592		592		
35	492	624				624
36	524	656	656		656	
37	556	688				688
38	588	720		720		
39	620	752			752	752
40	652	784				
41	684	816				816
42	716	848		848	848	
43	748	880				880
44	780	912	912			
45	812	944			944	944
46	844	976		976		
47	876	1008				1008
48	924	1056			1056	
49	988	1120		1120		1120
50	1052	1184	1184		1184	1184
51	1116	1248		1248		1248
52	1180	1312			1312	1312
53	1244	1376		1376		1376
54	1308	1440	1440		1440	1440
55	1372	1504		1504		1504

Fig. 7-1

56	1436	1568			1568	1568
57	1500	1632		1632		1632
58	1564	1696	1696		1696	1696
59	1628	1760		1760		1760
60	1692	1824			1824	1824
61	1756	1888		1888		1888
62	1820	1952	1952		1952	1952
63	1884	2016		2016		2016
64	1980	2112			2112	2112
65	2108	2240	2240	2240	2240	2240
66	2236	2368		2368	2368	2368
67	2364	2496	2496	2496	2496	2496
68	2492	2624		2624	2624	2624
69	2620	2752	2752	2752	2752	2752
70	2748	2880		2880	2880	2880
71	2876	3008	3008	3008	3008	3008
72	3004	3136		3136	3136	3136
73	3132	3264	3264	3264	3264	3264
74	3260	3392		3392	3392	3392
75	3388	3520	3520	3520	3520	3520
76	3516	3648		3648	3648	3648
77	3644	3776	3776	3776	3776	3776
78	3772	3904		3904	3904	3904
79	3900	4032	4032	4032	4032	4032
80	4092	4224		4224	4224	4224
81	4348	4480	4480	4480	4480	4480
82	4604	4736	4736	4736	4736	4736
83	4860	4992	4992	4992	4992	4992
84	5116	5248	5248	5248	5248	5248
85	5372	5504	5504	5504	5504	5504
86	5628	5760	5760	5760	5760	5760
87	5884	6016	6016	6016	6016	6016
88	6140	6272	6272	6272	6272	6272
89	6396	6528	6528	6528	6528	6528
90	6652	6784	6784	6784	6784	6784
91	6908	7040		7040	7040	7040
92	7164	7296		7296	7296	7296
93	7420	7552		7552	7552	7552
94	7676	7808		7808	7808	7808
95	7932	8064		8064	8064	8064
96	8316	8448				8448
97	8828	8960				8960
98	9340	9472				9472
99	9852	9984				
100	10364	10496				
101	10876	11008				
102	11388	11520				
103	11900	12032				
104	12412	12544				
105	12924	13056				
106	13436	13568				
107	13948	14080				
108	14460	14592				
109	14972	15104				
110	15484	15616				
111	15996	16128				
112	16764	16896				
113	17788	17920				
114	18812	18944				
115	19836	19968				

Fig. 7-2

116	20860	20992				
117	21884	22016				
118	22908	23040				
119	23932	24064				
120	24956	25088				
121	25980	26112				
122	27004	27136				
123	28028	28160				
124	29052	29184				
125	30076	30208				
126	31100	31232				
127	32124	32256				

Fig. 7-3

Ucode	Puffer 1	Differenz	Puffer 2	Differenz	Puffer 3	Differenz	Puffer 4	Differenz	Puffer 5	Differenz	Puffer 6	Differenz
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9			152		152		152		152			
10	168											
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26							424	272				
27												
28									456	304		
29	472	304			472	320					472	
30			488	336								
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37							688	264				
38												
39									752	296		
40	784	312			784	312					784	312
41			816	328								
42												
43												
44												
45												
46												
47							1008	320				
48									1056	304		
49	1120	336			1120	336					1120	336
50			1184	368								
51												
52							1312	304				
53									1376	320		
54	1440	320			1440	320					1440	320
55			1504	320								
56												

Fig 8-1

57							1632	320				
58									1696	320		
59	1760	320			1760	320					1760	320
60			1824	320								
61												
62							1952	320				
63									2016	320		
64	2112	352			2112	352					2112	352
65			2240	416			2240	288				
66									2368	352		
67	2496	384			2496	384					2496	384
68			2624	384			2624	384				
69									2752	384		
70	2880	384			2880	384					2880	384
71			3008	384			3008	384				
72									3136	384		
73	3264	384			3264	384					3264	384
74							3392	384				
75			3520	512					3520	384		
76	3648	384			3648	384					3648	384
77							3776	384				
78			3904	384					3904	384		
79	4032	384			4032	384					4032	384
80			4224	320			4224	448	4224	320		
81	4480	448			4480	448					4480	448
82			4736	512			4736	512	4736	512		
83	4992	512			4992	512					4992	512
84			5248	512			5248	512	5248	512		
85	5504	512			5504	512					5504	512
86			5760	512			5760	512	5760	512		
87	6016	512			6016	512					6016	512
88			6272	512			6272	512	6272	512		
89	6528	512			6528	512					6528	512
90			6784	512			6784	512	6784	512		
91	7040	512			7040	512					7040	512
92							7296	512	7296	512		
93												
94												
95												
96												
97												
98												
Durchschnitt		324		348		326,67		298,29		316,57		328
Gesamtdurchschnitt			323,59									

Fig 8-2

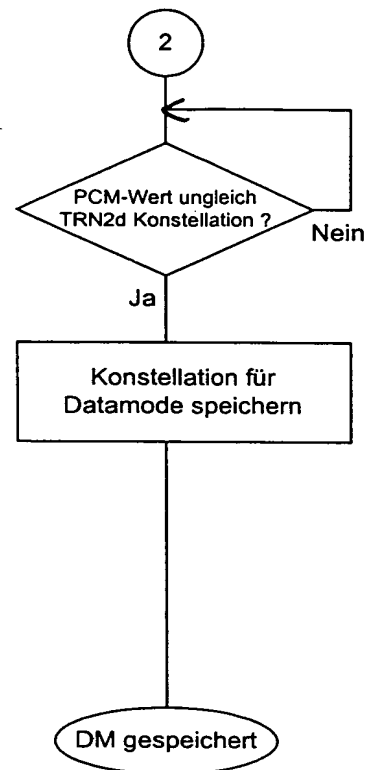
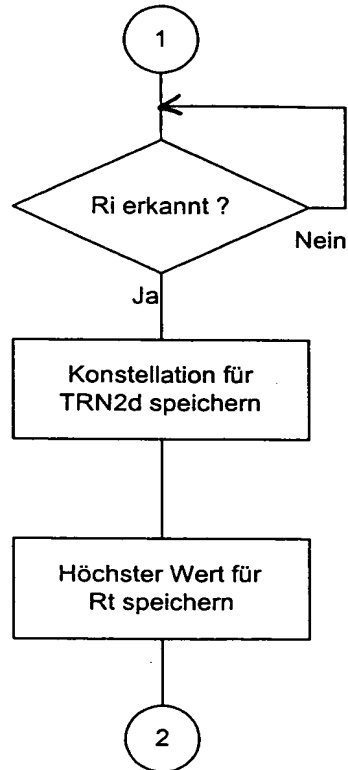
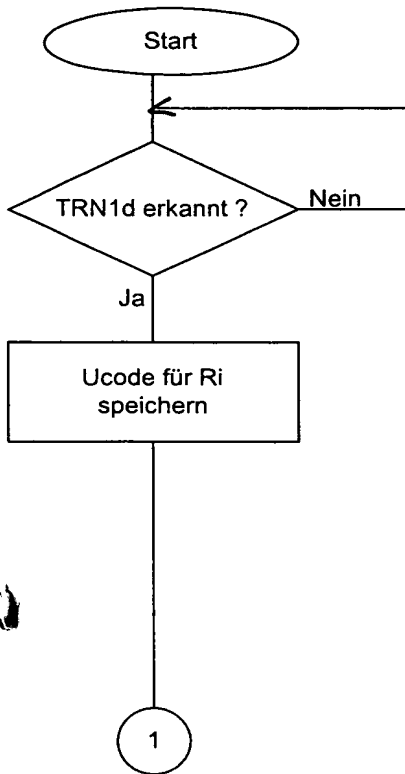


Fig. 9

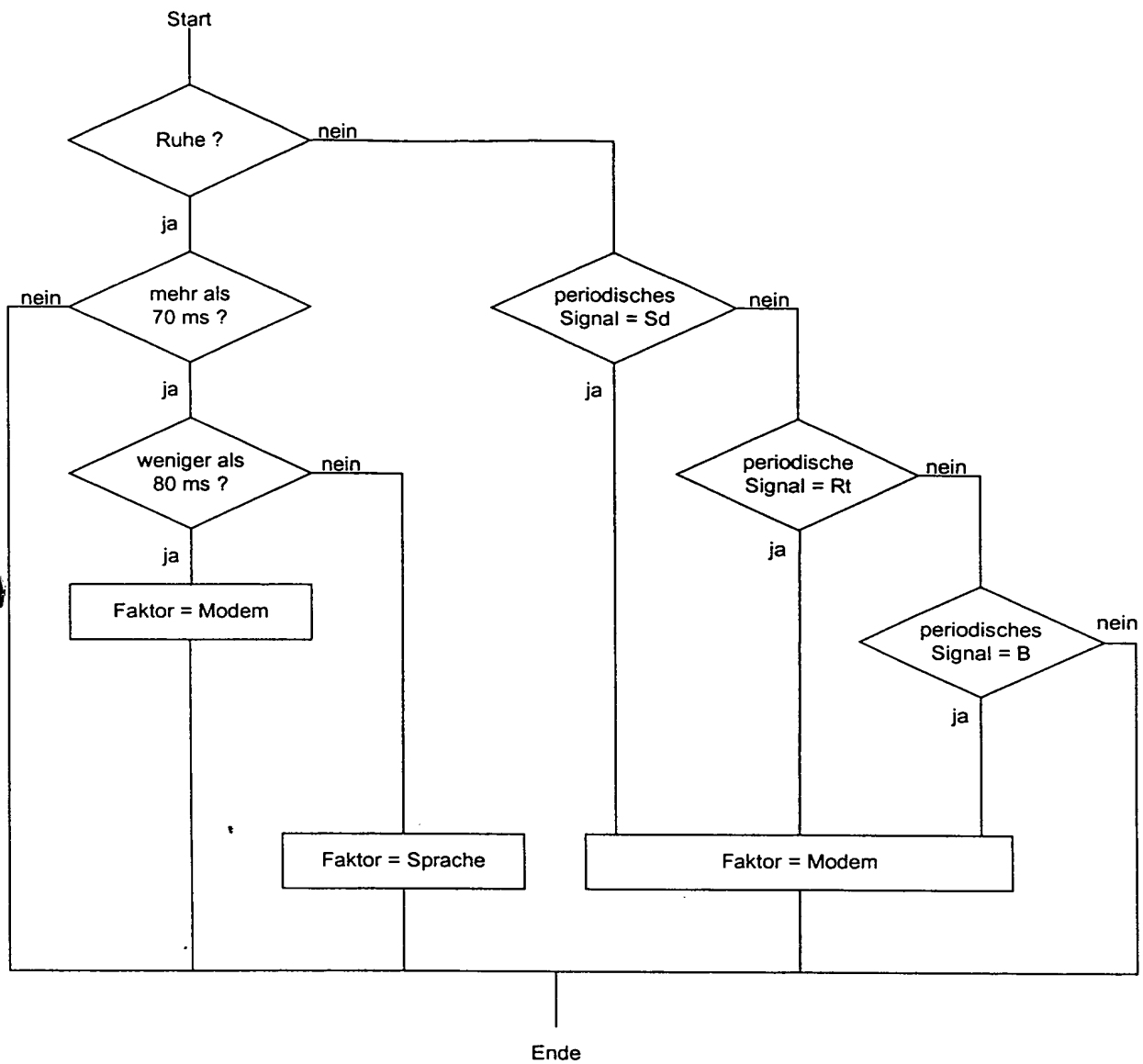
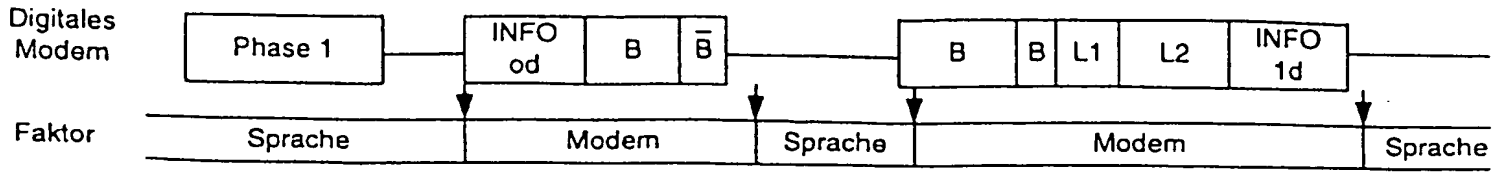
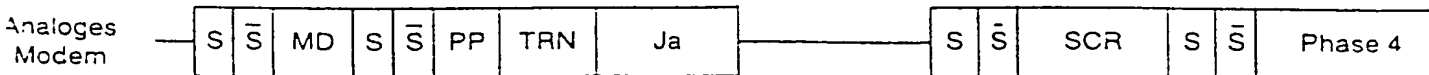
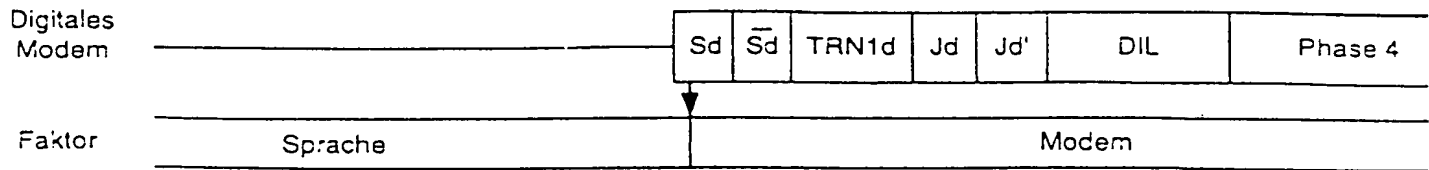


Fig. 10

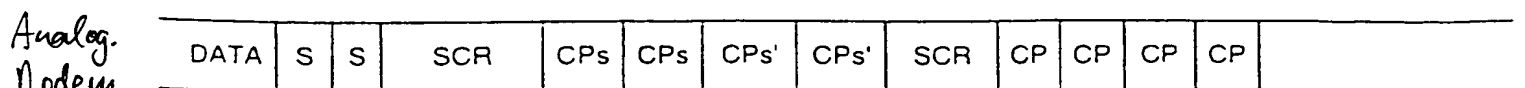
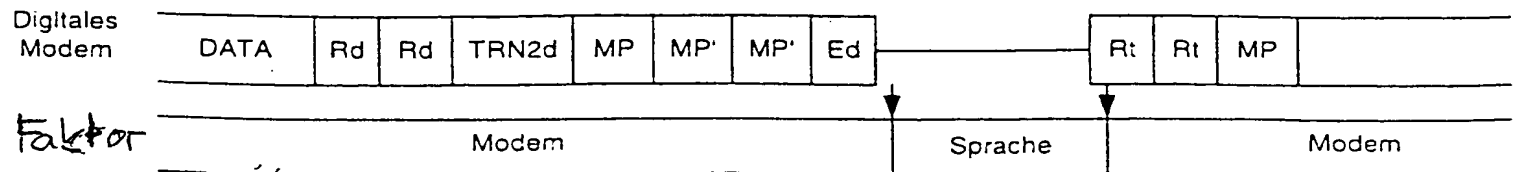
75 +/- 5 ms



a



b



c

Fig. 11 a-c

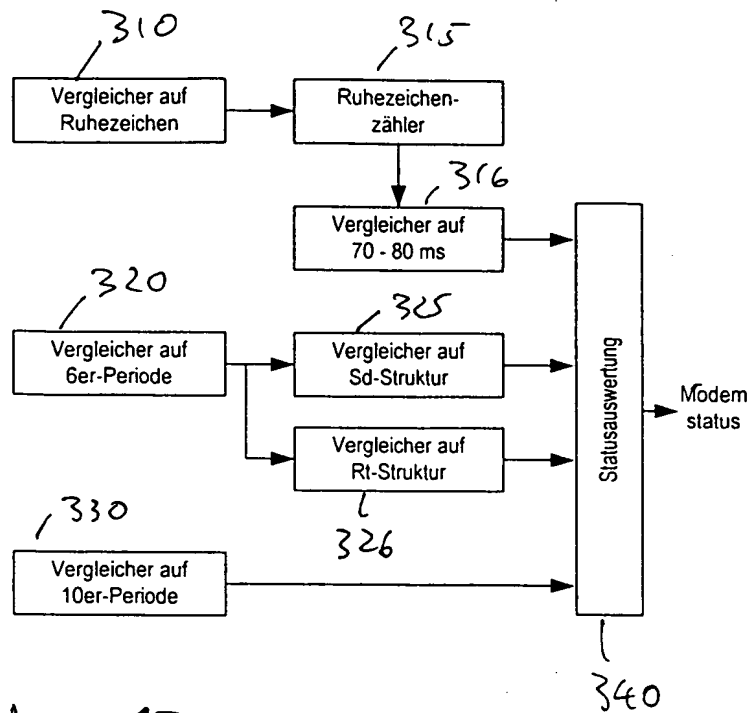
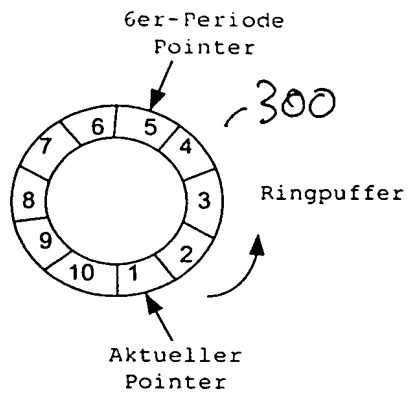


Fig. 12

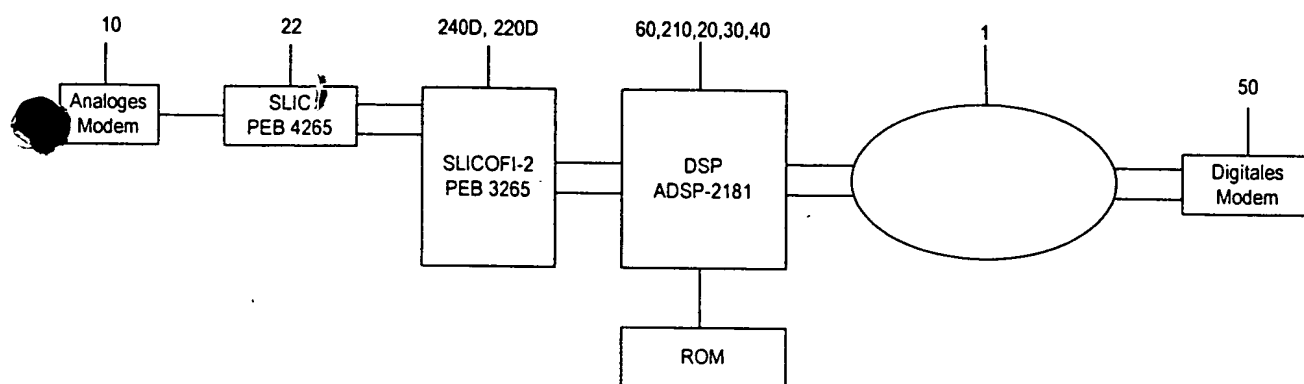


Fig. 13

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**